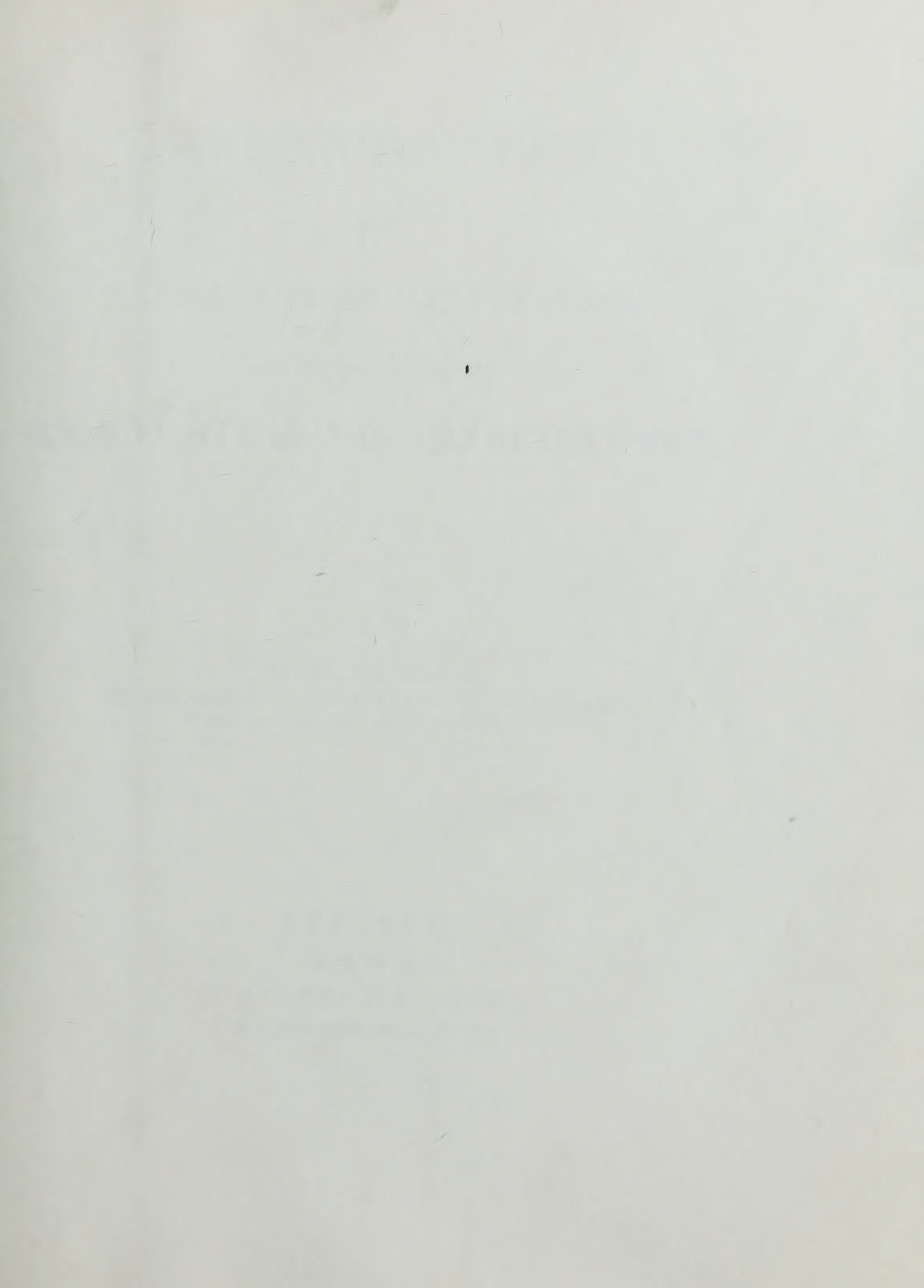






ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTER BAND.

DIE ABHANDLUNGEN VON DEN JAHREN 1861 UND 1862 ENTHALTEND.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.

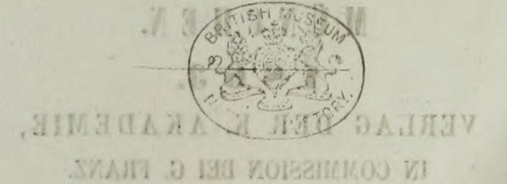
MÜNCHEN.

1863.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.

Inhalt.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KOENIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

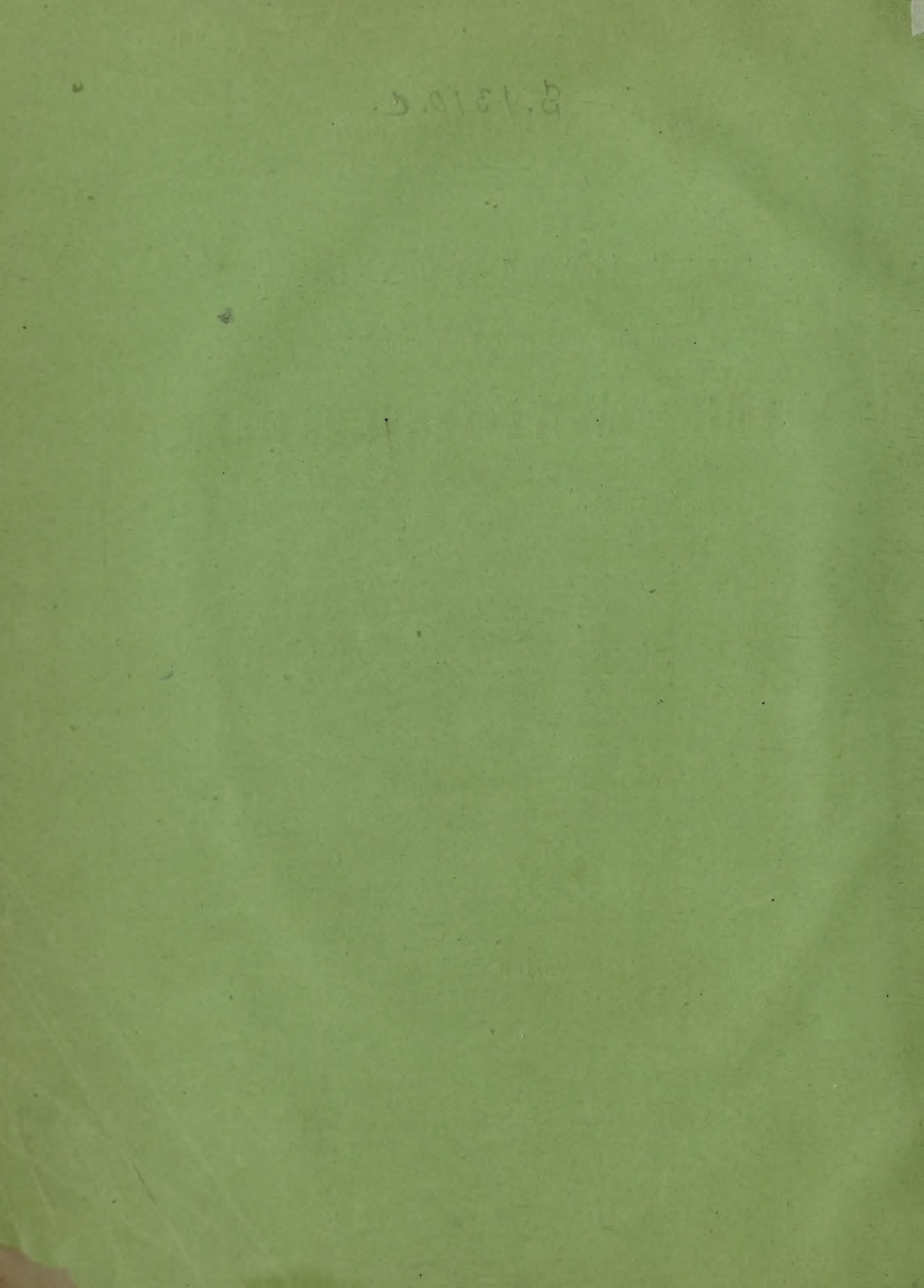
IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.



MÜNCHEN.

AUF KOSTEN DER AKADEMIE.

1861.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.

MÜNCHEN.

1861.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.



Molekuläre Vorgänge
in der
Nervensubstanz.

IV. Abhandlung.

Maassbestimmung der Reizbarkeit im Allgemeinen (Fortsetzung) und bei der Quellung insbesondere.

Von

Prof. Dr. Emil Harless.



Molekuläre Vorgänge
in der
N e r v e n s u b s t a n z.

IV. Abhandlung.

Maassbestimmung der Reizbarkeit im Allgemeinen (Fortsetzung), und bei der Quellung insbesondere.

Von

Prof. Dr. Emil Harless.

Die Methode, nach welcher diese Widerstände ermittelt wurden, bestand darin, dass ich immer eine Gruppe von Ablenkungswinkeln bei der Füllung des Rheostaten mit der einen Mischung hervorrief, dann den Rheostaten mit der neuen Mischung vollkommen und mehrmal ausspühlte, damit füllte, dieselbe Gruppe von Ablenkungen wieder hervorrief, für jeden Grad das Verhältniss der Widerstände ermittelte, und schliesslich den mittleren Werth berechnete. Wie wenig derselbe von dem Minimum und Maximum der einzelnen Beobachtungen abweicht, kann beispielsweise aus der kleinen nachstehenden Tabelle ersehen werden:

Zur Bestimmung des Verhältnisses von b : a	Zur Bestimmung des Verhältnisses von c : b	Zur Bestimmung des Verhältnisses von d : c
1,2137	1,3870	1,74730
1,195	1,3727	1,74572
1,197	1,3672	1,759
1,193		1,754
		1,746

Auf diese Weise wurden bei $E = 1236{,}85$ die Widerstände für jeden Grad der Nadeldrehung bestimmt, was ich aber hier weiter mitzutheilen unterlasse, weil diese ganze Beobachtungsreihe nur speciell für mein Instrument gilt. Es ist oben bereits auseinander gesetzt, nach welcher Formel man die dabei gefundenen Werthe der Widerstände für Beobachtungen benützen kann, in welchen der Werth von E ein anderer geworden ist. Ich will nur ein Beispiel anführen, an welchem man sehen kann, wie sich dadurch die Rheostatenablesungen corrigiren lassen.

Bei der Graduirung des Multiplicators wurde für den Ablenkungswinkel $\alpha = 54^0$ gefunden der Widerstand R

$$= 11676159{,}87.$$

Die elektromotorische Kraft der Batterie E

$$= 1236{,}85$$

Zu einer andern Zeit würde derselbe Ablenkungswinkel $\alpha' = 54^0$ bei einem Widerstand von R'

$$= 8912643{,}24$$

beobachtet worden sein. An diesem Unterschied kann kein anderer Factor der Ohmschen Formel Schuld haben, als die Veränderung im Werth von E, wenn wie in den Versuchen die Temperatur der Flüssigkeit im Rheostat gleich geblieben ist; die Widerstände im Element und in den Drahtleitungen dürften sich auch geändert haben; dieses würde keinen Unterschied in der Nadelbewegung zur Folge haben, wie jetzt schon mehrmal gezeigt worden ist. Den Werth von E' findet man nach der oben entwickelten Formel und es ist in diesem Beispiel

$$E' = \frac{ER'}{R} = 944{,}12.$$

Gesetzt nun, man hätte den Rheostatenstand 111 bei der Füllung von 1 Kupfervitriollösung auf 25 Volumtheil Wasser gefunden. Nach den Tabellen unserer Graduirung entspricht dem (für E) der Widerstand von 22501440,47 Meter Kupferdraht = R. Nun weiss man durch

Controlversuche nach der eben entwickelten Methode, dass die elektromotorische Kraft dabei 944,12 = E′ ist. Jener Widerstand, welchen die Tabelle angibt, muss demnach auch im Verhältniss von E′ : E kleiner sein, wenn derselbe Effect mit E′ wie mit E erzeugt werden soll; die Formel für die Reduction des Widerstandes ist also

$$W = R \frac{E'}{E}$$

Diesem entspricht in unserem Fall die Zahl 17175900.

Bei ihr steht in den Tabellen unserer Graduirung als erforderlicher Rheostatenstand

83,8 Centimeter.

Das ist die zur Vergleichung brauchbare corrigirte Ablesung des Rheostaten; und auf solche Weise lassen sich dann schliesslich alle Versuche trotz des Wechsels in dem Werth der elektromotorischen Kraft untereinander comparabel machen.

Die Tabellen für die Graduirung des Multiplicators lassen sich selbstverständlich nur so lange benützen, als sich dessen Empfindlichkeit nicht geändert hat. Ist dies geschehen, so kann man leichter eine neue Tabelle entwerfen als versuchen, durch Streichen der Nadeln den früheren Grad der Empfindlichkeit wieder herzustellen.

Ist man vorsichtig und lässt keine starken Ströme in den Multiplicatorkreis hereinbrechen, so kann man sehr grosse Versuchsreihen anstellen, ohne dass sich die in längerer Zeit allmählich hergestellte Empfindlichkeit in einem irgend zu berücksichtigenden Grad änderte.

Wichtiger ist die Füllung des Rheostaten. Es verlangt die Vergleichbarkeit der Versuche, dass dieselbe constant erhalten werde. Besteht sie bloss aus destillirtem Wasser, so hat man weniger Cautelen anzuwenden und die Füllung seltener zu erneuern, nur ihre Temperatur gleich zu erhalten; anders bei Kupferlösungen. Wie das Wasser erfahren auch sie durch den Strom eine Zersetzung, und es ändert sich dadurch der Concentrationsgrad, mit ihm aber auch der specifische Lei-

tungswiderstand. Diess geschieht trotzdem, dass die Ströme, deren wir uns zu bedienen haben, äusserst schwach sind; aber desswegen bedarf es immer längerer Zeit, bis eine merkliche Veränderung in dem specifischen Leitungswiderstand eintritt; und zwar gilt diess um so mehr, je verdünnter die Lösung des Salzes ist.

Ich experimentire desswegen mit den Kupferlösungen nie länger als einige Stunden, während welcher Frist noch dazu nie constante, sondern immer nur ganz kurz dauernde, schwache Ströme durch die Lösung gehen. Die Flüssigkeit wird nie zur alten Mischung zurückgegossen, sondern aufgefangen, um sie neu auskrystallisiren und zu neuen Mischungen benützen zu lassen.

Es ist schon in der I. Abhandlung erwähnt worden, dass der Nullpunkt des feuchten Rheostaten nicht einer vollkommenen Aufhebung des feuchten Widerstandes entspricht, dass es also nicht gleich ist, ob man den Rheostat auf 0 einstellt, oder die Kette direkt mit dem Nerv schliesst; geschieht das Letztere, so zuckt das Präparat meist noch, wenn es im anderen Fall nicht mehr zuckt.

Es findet sich also an der Berührungsstelle des oberen und unteren Rheostaten-Drahtes noch ein Widerstand, welcher gemessen sein will. Dass ein solcher überhaupt hier vorkommt, hat nichts Befremdliches, wenn man daran denkt, wie verschieden die Stromstärken auch bei ganz metallischer Leitung ausfallen, je nachdem man die den Schliessungsbogen bildenden Drahtpunkte fester oder weniger fest durch die Klemmschrauben verbindet.

Eine so innige Berührung derselben wie mit Klemmen kann natürlich im Rheostat nicht hergestellt werden; die Adhäsion der Flüssigkeit an den Drahtenden kann nicht aufgehoben werden. Ihre Einschaltung erzeugt aber an sich einen beträchtlichen Widerstand und die Polarisation kommt zur Verminderung der Stromstärke dabei auch noch ins Spiel.

Um den Unterschied in der Stromstärke zu messen, je nachdem der auf Null eingestellte Rheostat in den Schliessungsbogen aufgenommen war oder nicht, habe ich folgendes Verfahren eingeschlagen.

Um den grossen Multiplicator als Messinstrument benützen zu können, musste ein beträchtlicher Widerstand eingeschaltet werden, um den Strom gehörig abzuschwächen. Zu dem Ende habe ich an die Stelle des Präparates P einen einfachen Baumwollenfaden eingeschaltet, welcher in concentrirter Kupfervitriollösung getaucht und in einer U förmig gebognen Glasröhre eingeschlossen war. Die Mündungen der Röhre mit den Enden des Fadens standen in zwei kleinen Kelchgläsern, welche ebenfalls mit Kupfervitriollösung gefüllt waren. In diese Lösungen tauchten die bei a und a' aus dem Gyrotrop G austretenden Drähte, deren Enden in Siegellack eingefüllt, nur mit ihren äussersten blank erhaltenen Spitzen von der Flüssigkeit berührt waren. Es war die Combination IX hergestellt (cf. unten), der Rheostat auf Null gestellt, von k am Uhrwerk P (Tafel I der I. Abhandlung) ein Kupferdraht nach dem Quecksilbernapf Q III (Rh. 2 derselben Tafel) geführt, bei dessen Eintauchen in das Quecksilber der Strom den Rheostaten umging, wenn zugleich der Draht w aus dem Napf Q IV auf der Rückseite des Rheostaten herausgehoben wurde, während er ausserdem den gewöhnlichen Weg durch denselben nehmen musste.

Bei Ausschluss des Rheostaten war die Nadelablenkung 68,4°; bei Einschluss des Rheostaten war sie 67,3° und zwar war es gleichgültig, ob der Rheostat gefüllt war mit einer Mischung von 1 Volumtheil Kupfervitriollösung auf 3, oder auf 7 oder auf 40 oder auf 400 Theil Wasser oder mit destillirtem Wasser allein. Nur sind in den zwei letzten Fällen starke, lang andauernde Schwankungen der Nadel beobachtet worden, bis dieselbe das Maximum der Ablenkung erfuhr.

Nachdem sich die Nadel bei Ausschluss des Rheostat auf 68,4° eingestellt hatte, wurden die Drähte so gewechselt, dass der Strom keinen Moment unterbrochen war, indem der eine nicht früher aus dem

Quecksilber herausgehoben wurde, bis der andere eingetaucht war. Jedesmal ging die Nadel bei dem Einschluss des Rheostaten etwas zurück, kam ins Schwanken, stand aber nach höchstens $1\frac{1}{2}$ Minuten unbeweglich auf $67{,}3^0$ ein. Bei der Mischung von 1 auf 400, noch mehr aber bei der Füllung mit destillirtem Wasser dauerten die Schwankungen viel länger, begannen wieder, wenn man schon glaubte, die Nadel sei ganz zur Ruhe, und dauerten auf solche Weise 14 — 15 Minuten fort, bis endlich der $67{,}3^{\text{te}}$ Grad erreicht war.

Der Widerstand an dem Nullpunkt des Rheostaten berechnet sich hieraus zu

236837,7 Meter Kupferdraht.

Combination VIII.

Niedergedrückt ist die Taste 3 und 8, zugleich aber der Kopf des Gyrotrop G so gedreht, dass seine Druckfedern mit den Klemmen a'' und a''' statt a und a' in leitende Verbindung kommen. Im Ganzen haben wir hier eine Wiederholung der Combination VI, nur mit dem Unterschied, dass der Weg des Stromes vom Gyrotrop G an eine andere Wendung bekommt. Er geht nämlich in ihm von ε' nach a''', von dort über die Klemme an dem Spiraldraht der Taste 1 weg zum Uhrwerk u, dessen Pendelstange umgelegt ist; weiter in den Rheostaten Rh, aus dessen unterm Ende heraus nach k, von dort zur Klemmschraube a'' des Gyrotrop G und aus diesem bei E heraus, um von da an den Rest seiner Bahn wie bei Combination VI zu durchlaufen.

Präparat und Multiplicator ist in diesem Fall von der Strombahn ausgeschlossen; so wie nun die Wippe umgelegt wird, geht der im Rheostaten erzeugte Polarisationsstrom über a'' E des Gyrotrop G auf demselben Weg durch den Multiplicator, wie diess bei Combination VI der Fall war.

Diese Combination VIII hat also den Zweck, die Polarisation im Rheostaten kennen zu lernen und da, wo sie unvermeidlich vorkommt, in ähnlicher Weise zu bestimmen, wie bei der Untersuchung des Leitungswiderstandes der Nerven.

Wie dort wird die Einführung des primären Stromes in den Rheostaten mittelst des Hebels k und die Einführung des Polarisationsstromes in den Multiplicator durch die Wippe vom Standort des Fernrohres aus bewerkstelligt.

Wie schon in der I. Abhandlung nachgewiesen wurde, lässt sich ein Polarisationsstrom nur bis zu sehr geringen Höhen der Flüssigkeitssäule im Rheostaten verfolgen. Ich hatte damals noch eine etwas weitere Röhre; in der engeren des jetzigen Instrumentes verhalten sich bei verschiedenen Füllungen die Polarisationsströme wie nachstehende Tabelle ausweist.

Die Dauer des primären Stromes betrug stets 2 Sekunden, 24 Tertien.

Einstellung des Rheostaten in Centimeter.	Verhältniss der concentrirten Kupfervitriollösung zum Wasser in der Füllung des Rheostaten.						
	1 : 4	1 : 7	1 : 10	1 : 62,5	1 : 500	Aqua destillata.	
120	2°	2	1	0,4			erster Ausschlag der Nadel.
100	3,8°	3,5	2	0,5	0		
80	4,8°	4,2	3	0,8			
60	6°	6	3,5	1			
40	8°	7,5	6	1,3	0,4		
20	13°	11,6	8	2,2			
10	18°	18	13,5	3,5	0,9		
5	24°	24	20	5,2	1,1	0	

Man sieht daraus, dass man nur in wenigen Fällen die Polarisation im Rheostaten zu berücksichtigen braucht. Man kann sie ganz umgehen, wenn man die Concentrationsgrade der Flüssigkeit so wählt, dass man immer oberhalb der Grenze des nachweisbaren Polarisationsstromes die gesuchten Widerstände auffinden kann.

Dabei hat man auch Gelegenheit, die elektromotorische Kraft des Polarisationsstromes für den Zeitmoment zu berechnen, in welchem seine Wirkung auf die Nadel beobachtet wird, was indessen für uns kein specielleres Interesse hat.

Combination IX.

Niedergedrückt ist die Taste 2, 4, 9, 10.

Dabei geht der Strom vom Poldraht des Platins zum Quecksilbernapf der Taste 10, durch deren Spiraldraht S über E in den Gyrotrop G, bei a aus diesem heraus zum Nerv des Präparates P, weiter über a′ in den Gyrotrop bei E′, aus ihm heraus zur Klemme β der Wippe W. Von hier aus geht der Strom zur Klemme des Spiraldrahtes der Taste 4, über r zum Napf derselben Taste, zum Uhrwerk u, dessen Pendelstange umgelegt ist und den Weg nach dem oberen Draht des Rh. frei lässt. Nachdem der Strom den Rheostaten passirt hat, geht er über die Verbindungsstelle k zur Klemme der Taste 2, durch deren Spiraldraht S über r nach dem Napf derselben Taste n, um von da bei e in die Multiplicatorwindung einzutreten; bei a verlässt er dieselbe, und gelangt zur Klemme am Spiraldraht S der Taste 9; von dort aus gelangt er schliesslich über r und n derselben Taste zum Poldraht des Zink's.

Der Strom geht also in diesem Fall durch den Nerv, den Rheostat und den Multiplicator, und der Zweck der Combination ist, den Gesammtwiderstand im Schliessungsbogen oder die Stromstärke zu messen, welche bei einer durch die Reizbarkeit des Nerv gebotenen Einstellung des Rheostaten geherrscht hatte.

Es bleibt hiebei nichts weiter zu bemerken, als was schon bei den übrigen Combinationen erörtert worden, von welchen nur einige in diesem Fall gleichsam miteinander verbunden sind.

Es erübrigt jetzt nur noch die Angabe einer Methode, was fast überflüssig scheinen möchte, weil man glauben könnte, es liesse sich die Aufgabe, welche dabei gestellt ist, auch ohne Weiteres auf schon bekannte Weise leicht lösen. Diese Aufgabe besteht darin, den Querschnitt der Nerven an der gereizten Stelle vor und nach jedem Versuch zu messen.

Eine allgemeine Erörterung der Aufgabe, die Maassbestimmung der Reizbarkeit zu versuchen, wird es rechtfertigen, dass auf die Bestimmung des Nervenquerschnittes ein so grosses Gewicht gelegt werden muss, und die Beschreibung der Versuche selbst wird zeigen, dass gerade dabei sehr grosse Schwierigkeiten zu überwinden waren.

Grenzen und Grössen für die Maassbestimmung der Reizbarkeit.

Wenn man die grosse Menge von Umständen kennen gelernt hat, welche den jeweiligen Reizbarkeitsgrad der Nerven für den Beginn einer Versuchsreihe bestimmen, was uns vorzüglich in der II. Abhandlung beschäftigte, so möchte man daran zweifeln, dass es überhaupt möglich sei, eine Maassbestimmung der Reizbarkeit aufzufinden.

In der That lehrt die Summe aller hierüber gewonnenen Erfahrungen, dass es überhaupt keinen bestimmten Reizbarkeitsgrad gibt, welcher in ein und demselben Nerv auch innerhalb der Breiten vollkommen normaler Thätigkeit festgehalten würde. Die Ursachen hievon liegen theils in dem in der II. Abhandlung pag. 11 dargelegten Abhängigkeitsverhältniss der Nerventhätigkeit von dem Einfluss der Centralorgane, theils in dem unmöglich stets gleichwerthigen Einfluss der Nervenhüllen, deren

functionelle Bedeutsamkeit an einem anderen Ort [1]) von mir entwickelt wurde, ganz abgesehen von den individuellen Eigenthümlichkeiten des Stoffwandels, in Folge deren das Resultat der Mischung integrirender Nervenbestandtheile unmöglich bei zwei Nerven genau das gleiche sein kann. Macht sich diess ja schon an dem Wassergehalt der gleichnamigen Nerven und Nervenstücke beider Seiten ein und desselben Individuums bemerkbar.

Es muss also darauf verzichtet werden, ein allgemein gültiges absolutes Maass der Reizbarkeit für normale Nerven aufzustellen.

Was allein gemessen werden kann, ist die Grösse des Wechsels, welche der Nerv erfährt, wenn er von dem einen Zustand in einen anderen übergeführt wird.

Die Aenderung des anfänglichen Zustandes erfolgt bei den isolirten Nerven des galvanischen Präparates theils durch Einflüsse, welche wir zu reguliren im Stande sind, theils durch innere Veränderungen im Nerv, deren Beherrschung uns unmöglich ist.

Ausnahmslos nimmt die Reizbarkeit des sich selbst überlassenen, vom Körper getrennten, sonst aber vor jeder anderen äusseren Einwirkung geschützten Nerven ab; und zwar erfolgt dieses Sinken der Reizbarkeit aus bisher noch völlig unergründeten Ursachen bei den motorischen Nerven rascher an den dem Centralorgan näher gelegenen Punkten als an den davon weiter entfernten, was man gewöhnlich so ausdrückt: es schreitet der Tod der motorischen Nerven vom Centrum gegen die Peripherie fort.

Dieses Fortschreiten in dem Absterben der Nerven führt eine ausserdem unerklärliche Erscheinung herbei, deren ich jetzt schon im Allgemeinen gedenken will, ohne mit den Details dieser Untersuchung einer späteren ausführlichen Mittheilung [2]) vorzugreifen.

---

1) Henle u. Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medizin. Jahrg. 1858. p. 168 ff.

2) Diese ist inzwischen gemacht worden in den Münchner Gelehrten. Anzeigen am 3. September 1859.

Wenn man von dem Eintritt der Nerven in die Muskulatur an gerechnet immer längere und längere Nervenstücke in den Kreis der Kette einschliesst, so wächst in gewissem Verhältniss die Wirkung des Stromes mit der Länge des eingeschalteten Nervenstückes; sehr bald aber, oft schon gleich bei Beginn des Versuches, wird die Wirkung immer kleiner, je grössere Längen des Nerv. in den Kreis der Kette aufgenommen werden.

Damit ist die Gültigkeit des Gesetzes für normale lebendige Nerven nicht aufgehoben, nach welchem die vergrösserte Länge des eingeschalteten Stückes die Wirkung vergrössert; die Ursache des entgegengesetzten Erfolges ergibt sich leicht aus folgender Betrachtung.

Nennen wir die nach einander eingeschalteten Längen des Nerv a b c, wobei a zunächst dem Eintritt des Nerv in die Muskulatur gelegen sei. Jedes dieser Stücke bietet dem Strom einen Leitungswiderstand von sehr beträchtlicher Grösse; jedes dieser Stücke hat, so lange es lebendig ist, ein gewisses Maass von Erregbarkeit, welches trotz des physikalischen Leitungswiderstandes durch den Strom zur Wirksamkeit gebracht werden kann. Dadurch wird der Leitungswiderstand bis zu einer gewissen Grenze paralysirt. Nennen wir ihn in den einzelnen Stücken $l\ l'\ l''$, so ist die Summe der Widerstände im ganzen Nervenstück $\frac{l}{n} + \frac{l'}{n'} + \frac{l''}{n''}$. Nun sei der Nerventod bis zu dem Stück b vorgeschritten; dann wird der Widerstand in a + b noch wie vorhin $\frac{l}{n} + \frac{l'}{n'}$ sein; schaltet man aber jetzt das Stück c noch ein, so wird er $\frac{l}{n} + \frac{l'}{n'} + l$ und es wirkt das eingeschaltete Nervenstück mit dem vollen Maass seines elektrischen Leitungswiderstandes, welcher je nach der Länge des Stückes durch 5 oder 10 Millionen Meter Draht ersetzt werden müsste, in hohem Grad schwächend auf die Stromstärke. Dem entsprechend vermindert sich der Effekt

bei Reizung von a + b + c nicht bloss so weit, als wenn bloss a + b gereizt würde, sondern als wenn bei Reizung von a + b noch ausser dem Nerv ein Widerstand von der Grösse 1'' in den Schliessungsbogen aufgenommen worden wäre.

Daher die Regel bei vergleichenden Reizversuchen so nahe als möglich an der Eintrittsstelle des Nerv in den Muskel die stromzuführenden Drähte zu appliciren und die gereizte Stelle kurz zu machen.

Streng genommen müsste man für jeden einzelnen Nerv, dessen Veränderung in seiner Reizbarkeit durch äussere Einflüsse gemessen werden soll, die Curve des freiwilligen Sinkens seiner Erregbarkeit kennen. Da diess aber nicht möglich ist, muss man sich begnügen, die neu gewonnene Curve mit einer solchen zu vergleichen, welche man aus den mittleren Werthen einer grösseren Anzahl von Beobachtungen an Nerven gemacht hat, von welchen weitere äussere Einflüsse möglichst fern gehalten worden. Sie ist mit dem Namen der natürlichen Absterbungscurve früher von uns belegt worden.

Bei den grossen Unterschieden, welche die Frösche je nach den allgemeinen Lebensverhältnissen, unter welchen sie sich befinden, in Beziehung auf ihre Reizbarkeit zeigen, wobei Begattung und Jahreszeit eine so grosse Rolle spielt, ist es nothwendig, zur Vergleichung stets nur Versuchsreihen aus den gleichen Perioden oder Lebensphasen von Thieren zu wählen, welche unter möglichst gleichen äusseren Umständen gleich lange gelebt hatten.

Von den äusseren Einflüssen, welche man prüfen will, ist zu verlangen, dass sie mächtig genug seien, in auffallender und constanter Weise diese Absterbungscurve zu verändern. Je nach der Richtung, nach welcher hin diess geschieht, erscheint die beobachtete Veränderung der bei Beginn des Versuches gefundenen Reizbarkeitsstufe als Folge einer Verstärkung oder Schwächung der Ursachen, von welchen die entsprechenden Curvenpunkte des natürlichen Absterbens abhängen.

Je näher zeitlich zwei miteinander verglichene Reizbarkeitsstufen beisammen liegen, um so schärfer lässt sich die Maassbestimmung für den Unterschied angeben, welcher durch den geprüften Einfluss herbei geführt worden ist; und um so entschiedener tritt die Folgewirkung desselben rein hervor, je länger bis zu einer gewissen Grenze hin der Nerv sich selbst überlassen war, weil die Curve des natürlichen Absterbens später sich viel mehr dem Parallelismus mit der Abscissenaxe der Zeit nähert als unmittelbar nach der Trennung des Nerv vom Gesammtorganismus. Je später man aber mit den Versuchen beginnt, desto concentrirter muss die zur Füllung des Rheostaten verwendete Kupfervitriollösung sein, wie sich von selbst versteht.

Somit beschränkt sich jede Maassbestimmung auf die Feststellung der relativen Unterschiede zwischen zwei Zuständen, in welchen wir hintereinander den Nerv auf seine Reizbarkeit prüfen.

Es ist jetzt zu untersuchen, womit wir am besten den Grad der Reizbarkeit messen, und auf welche Grössen es bei deren Bestimmung wesentlich ankommt.

Reizbarkeit ist der Ausdruck für die Leichtigkeit, mit welcher der Nerv durch irgend eine Kraft aus dem Zustand, in welchem der zugehörige Muskel in Ruhe verharrt, in einen neuen übergeführt wird, wobei dann im Moment dieses Wechsels der Muskel in Zuckung geräth.

Ist der galvanische Strom die Kraft, durch welche wir die Nervenerregung erzeugen, so kommt es bei ihm auf die Geschwindigkeit seiner Schwankung und auf die Dichte an, mit welcher er die gereizte Nervenstrecke durchsetzt. Zur Feststellung relativer Unterschiede in der Reizbarkeit genügt es, einen dieser beiden Factoren in allen Versuchen constant zu machen und an dem anderen so viel in jedem einzelnen Fall zu ändern, als nothwendig ist, um immer wieder dieselbe Grösse der Nervenerregung zu erzielen.

Lassen wir wie in unseren bisherigen Versuchen die Geschwindig-

keit des Stromwechsels unverändert, so bleibt noch die Grösse der Stromdichte als brauchbar zur Maassbestimmung übrig.

Die Stromdichte d ist aber eine Function von Stromstärke S und Querschnitt Q des gereizten Nervenstückes; denn sie ist der Ausdruck des Verhältnisses von S zu Q, und lässt sich demnach durch $\frac{S}{Q}$ bezeichnen.

Die Stromstärke ändert sich mit den Werthen von elektromotorischer Kraft E und der Summe der Widerstände G, und zwar in dem Verhältniss dieser beiden Grössen zu einander: denn $S = \frac{E}{G}$.

Es ist einleuchtend, dass man an keinem anderen Factor mit gleicher Leichtigkeit und mit gleicher Sicherheit zur Erzielung des erforderlichen Effektes ändern kann als an den Widerständen, welche man in den Schliessungsbogen einschaltet.

Dazu kommt aber noch, dass der Nerv selbst einen Körper darstellt, in welchem der elektrische Leitungswiderstand eine der Erregung des Nerv selbst in hohem Grade entgegenwirkende Grösse darstellt. Die Erregung hängt in dem Nerv von dem Resultat des Conflikles ab, welcher zwischen dem den Strom schwächenden spezifischen Leitungswiderstand und der Fähigkeit der Nervenmoleküle durch den Strom in Bewegung zu gerathen herrscht.

Die Grösse der Beweglichkeit in den Nervenmolekülen findet seinen natürlichsten Ausdruck in der Menge der Widerstände im Schliessungsbogen, trotz welcher eine Zuckung vermittelnde Zustandsveränderung des Nerv herbeigeführt werden kann.

Für jeden einzelnen Nerv könnte man auch das Maass seines natürlichen Widerstandes innerhalb des Schliessungsbogens als Einheit wählen und als Ausdruck seiner Reizbarkeit das Multiplum dieser Einheit, welches für die schwächste Zuckung im Gesammtschliessungsbogen eben noch gestattet ist. Wäre also N der Leitungswiderstand des gereizten

Nervenstückes, G der Widerstand im ganzen Schliessungsbogen, so könnte $\frac{G}{N}$ als Ausdruck für die Reizbarkeit gelten, allein bei der für die Erregbarkeit entscheidenden Stromdichte lassen sich die Summen der Widerstände im Schliessungsbogen zur vergleichenden Maassbestimmung nur dann benützen, wenn die Querschnitte der Nerven in den mit einander verglichenen Fällen dieselben sind.

Wir haben jetzt zu sehen, wie sich die Versuche im entgegengesetzten Fall zu einander in Relation setzen lassen.

Es werde ein und derselbe Nerv in Folge irgend einer äusseren Einwirkung in einen neuen Zustand übergeführt, wobei sich der Querschnitt des Nerv und der erforderliche Rheostatenstand geändert habe.

Der Leitungswiderstand des Nerv im frischen Zustand sei N; im neuen N'.

Der Querschnitt des Nerv bei Beginn des Versuches sei Q; im neuen Zustand Q'.

Der Leitungswiderstand im Rheostat sei bei Reizung des frischen Nerv Rh; bei Reizung des Nerv im neuen Zustand sei er Rh'.

Der Gesammtleitungswiderstand für den Strom, durch welchen der Nerv in seinem anfänglichen Zustand erregt werden kann, sei G.

Dieselbe Grösse für den Fall, in welchem der Nerv in den neuen Zustand übergeführt worden ist, sei G'.

Nun verhalten sich die Stromstärken S und S', welche zur Erzielung der Zuckung in beiden Fällen ausreichend waren, umgekehrt wie die Widerstände; also:

$$S : S' = 1 : \frac{G}{G'}$$

Die Stromdichte d im Nerv ist abhängig vom Querschnitt des Nerv Q und der Stromstärke S', denn

$$d = \frac{S}{Q}.$$

Die Stromdichte ist für den frischen Zustand des Nerv $\frac{1}{Q} = d$

für den Nerv im neuen Zustand $\frac{G\,Q'}{G'} = d'$.

Nun wird $d = d'$, wenn

$$\frac{1}{Q} = \frac{\left(\frac{1}{G'} : \frac{1}{G}\right) X}{Q'} \text{ oder}$$

$$= \frac{\frac{G}{G'} X}{Q'}, \text{ wobei}$$

$$X = \frac{Q'\,G'}{Q\,G}$$

Wird der Gesammtwiderstand G' mit dem Werth von X dividirt, welcher angibt, um wie viel sich der Gesammtwiderstand G' hätte ändern müssen, um für beide Zustände des Nerv *nur* die gleiche Stromdichte aufrecht zu erhalten, und wird sodann der Quotient $\frac{G'}{X}$ von dem Gesammtwiderstand G' abgezogen, so gibt der Rest an, durch welche Veränderungen im physikalischen Leitungswiderstand die Zustände des Nerv compensirt werden müssten, welche in Folge der veränderten *physiologischen* Leistungsfähigkeit (Beweglichkeit der Moleküle) die Veränderungen in dem Rheostatenstand nothwendig machten; oder mit anderen Worten: *Dieser Rest drückt in Maassen physikalischer Leitungswiderstände die Grössen der Veränderung aus, welche durch die Aenderung der physiologischen Leistungsfähigkeit im Nerv für den gleichen Effekt im Gesammtschliessungsbogen der Kette nothwendig werden, wenn diejenigen Ursachen solcher Veränderungen bereits abgezogen sind, welche auf Rechnung der physikalischen Veränderungen im Nerv gebracht werden müssen.*

Nennen wir diesen Rest, oder das Maass der wirklichen Veränderung in der Reizbarkeit R, so wird

$$R = G' - \frac{Q\,G'}{Q'}$$

Diese Formel verlangt also nur die Kenntniss von zwei Dingen in den beiden Zuständen der Nerven, oder bei Vergleichung der Reizbarkeit zweier Nerven untereinander: den Gesammtleitungswiderstand im Schliessungsbogen und den Nervenquerschnitt; dabei ist aber vorausgesetzt, dass sich an der elektromotorischen Kraft nichts geändert habe, wovon man sich bei jedem Versuch überzeugen muss, und wobei man im entgegengesetzten Fall nach den oben auseinandergesetzten Methoden und Berechnungen die nöthigen Correcturen anzubringen hat.

Der Gesammtwiderstand muss, wo es auf ganz genaue Resultate ankommt, aus seinen einzelnen Summanden ermittelt werden, wenn man nicht zur Messung einen Multiplicator von viel grösserer Empfindlichkeit als den von uns gebrauchten in Anwendung bringen will.

Die Empfindlichkeit des von uns benützten Instrumentes habe ich auf folgende Weise ermittelt. Der Rheostat wurde mit vierfach verdünnter Kupfervitriollösung gefüllt und dessen Flüssigkeitssäule sammt einem Nervenstück von 5 Millimeter Länge in den Schliessungsbogen aufgenommen.

Wurde nun der Rheostatenstand von 140 bis auf 6 Centimeter verändert, so bewegte sich dabei die Nadel um 3 Grade vorwärts.

Im Durchschnitt bedurfte also eine noch sicher zu beobachtende Drehung der Nadel um 0,5 Grad eine Veränderung des Rheostatenstandes um

27 Centimeter;

1 Centimeter Flüssigkeitssäule entspricht aber bei dieser Füllung des Rheostaten

23237 Meter Silberdraht.

Der Rheostatenstand, bei welchem die Beobachtung gemacht wurde, zu 130 Centimeter angenommen, gibt den Widerstand im Rheostat Rh =

3020810 Meter.

Der Widerstand im Nerv N = 5618193 gesetzt, gibt für Rh + N

= 8639003 Meter.

27 Centimeter der Flüssigkeit, welche im Mittel auf eine Drehung der Nadel um 0,5 Grade influirten, sind

= 627399 Meter Draht.

Diese geben als Bruchtheil des Gesammtwiderstandes, diesen = 1 gesetzt

0,07 oder $^1/_{14}$.

Bei der von uns festgehaltenen Geschwindigkeit des Stromwechsels war nach den früheren Mittheilungen der entsprechende Werth für die Empfindlichkeit des Nervenpräparates $^1/_{125}$. Vergleicht man damit die Empfindlichkeit unseres Galvanometers gegenüber dem Unterschied constanter Ströme, was natürlich keine absolut gültige Methode der Vergleichung sein kann, sondern nur für unsere bestimmten Versuchsreihen einen Werth hat, so sieht man, dass die Empfindlichkeit des Galvanometers von der unseres Präparates unter den genannten Umständen um das Neunfache übertroffen wird. Würde man beide gleich zu machen suchen, so würde man, wollte man die Astasie der Nadeln nicht steigern, was seine anderweitigen Uebelstände hätte, dem Gewinde statt 7000 Windungen 63000 geben müssen.

Bei den Reizversuchen bedarf man stets einer viel weniger concentrirten Kupfervitriollösung im Rheostaten, wobei sich dann zeigt, dass bei Bestimmung des Gesammtleitungswiderstandes mittelst unseres Galvanometers der Widerstand im Nerv eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

Wurde bei etwas höheren Rheostatenständen die Combination IV angewendet und dann die Combination VII, so änderte sich dadurch in

den meisten Fällen die schliessliche Ablenkung der Nadel entweder gar nicht oder nur höchst unbedeutend; trotzdem, dass im einen Fall der Nerv in den Schliessungsbogen einmal eingeschaltet, im anderen Fall ausgeschaltet war.

Diese anscheinend auffallende Thatsache erklärt sich aber für höhere Rheostatenstände sehr einfach durch das Grössenverhältniss der Leitungswiderstände in diesen beiden Hauptabschnitten des Schliessungsbogens. Der direkte Versuch bestätigte die Berechnung.

Ein Stückchen des todten Nerven bot z. B. einen Leitungswiderstand von

7480000 Meter Draht.

Als Nerv *und* Rheostat zur Bestimmung des Gesammtleitungswiderstandes eingeschaltet war, und der Rheostatenstand nach und nach geändert wurde, ergaben sich folgende Ablenkungen:

Rheostatenstand in Centimeter	Grade der Ablenkung
130	3,5°
100	4°
80	5°

Die noch eben sicher zu bestimmende Differenz des ersten halben Grades entspricht aber 46203193 Meter Draht.

Diese Zahl ist aber sechsmal grösser als die des Leitungswiderstandes im Nervenstück. Um also bei der Bestimmung von G' eine merkbare Differenz gegen G zu bekommen, müsste sich für den Fall, dass Rh gleichbliebe, der Leitungswiderstand im Nerv mindestens um das Sechsfache seines ursprünglichen Werthes geändert haben. Alle Veränderungen desselben unter diesem Werth würden ohne bestimmt messbaren Einfluss auf die Nadelablenkung geblieben sein. Es wäre also in Beziehung auf die von G abhängige Nadelablenkung z. B. gleichgültig gewesen, ob in dem obigen Versuch der Nerv noch 4—5mal länger genommen worden wäre; der Leitungswiderstand im Nerv würde

für die Grenze der Empfindlichkeit unseres Instrumentes doch verschwindend klein gegen den im Rheostaten gebliebenen sein.

Jedenfalls sind also die beiden wichtigsten Grössen für die Maassbestimmung der Reizbarkeit der Leitungswiderstand im Rheostat und der Querschnitt der gereizten Nervenstrecke.

Die letztere Bestimmung verlangt die grösste Genauigkeit, wie die oben aufgestellte Formel schon erkennen lässt.

Messung des Nervenquerschnittes.

Die mikroskopische Messung der Durchmesser kleinerer Gegenstände, wie der verschiedenen Gewebs-Elemente hat keine grossen Schwierigkeiten und wird dieselbe auch ohne weitere besondere experimentelle Vorrichtungen bekanntlich zum Oeftesten auf dem Objecttisch der Mikroskopiker vorgenommen.

Das Messinstrument, dessen man sich bedient, ist entweder ein Schraubenmikrometer und Fadenkreuz im Ocular, oder ein Spitzenmikrometer im Ocular, oder ein einfaches Ocularmikrometer. Das erstgenannte Instrument hätte ich nicht in Anwendung bringen können und von den beiden anderen hatte ich nur das Letztere zu meiner Disposition.

Ich musste vor Allem die Genauigkeit seiner Angabe prüfen und sehen, wie weit es mit den Angaben eines zuverlässigen Schraubenmikrometers übereinstimmt.

Auf den Objecttisch wurde ein in Zehntel Millimeter getheiltes Mikrometer gelegt. In das Ocular kam ein zweites Mikrometer; als Linsensystem diente Nr. 4 (Oberhaüser).

Aus der Messung berechnete sich als wahre Grösse einer Dimen-

sion des Objectes, welche von zwei Theilstrichen des Ocularmikrometers begrenzt wurde, auf

0,01265 Millimeter.

Nun wurde ein Stückchen feinen leonischen Drahtes genommen, auf ihm mittelst eines Rasirmessers eine feine Marke angebracht und der Durchmesser des Drahtes in der unmittelbaren Nähe dieser Marke zuerst unter einem grossen Schick'schen Instrument des Instituts gemessen, dessen Mikrometer-Trommel von Welker justirt war.

Aus mehrmaligen Messungen berechnete sich der Durchmesser des Drahtes auf

0,09674 Millim.

Mit dem Ocularmikrometer meines Instrumentes gemessen, ergab sich der Durchmesser:

0,09614 Millimeter.

Man hat dabei also bis auf $\frac{1}{1000}$ Genauigkeit.

Bei dem mittleren Durchmesser der Schenkelnerven unserer Frösche von 0,759 Millimeter darf man mit Bestimmtheit annehmen, auf $\frac{1}{16}$ Procent der Dimension richtig mit dem Ocularmikrometer messen zu können, was den Anforderungen an die Genauigkeit in unseren Versuchen hinlänglich entsprechen dürfte.

Die Messung grösserer in der Mitte opaker, an den Rändern durchscheinender Körper mit den starken Lichtreflexen, wie sie die meisten Stränge der Nerven zeigen, hat schon wegen der richtigen Einstellung und Beleuchtung seine Schwierigkeiten. Weiter aber abstrahirt die Berechnung der Querschnitte aus der Messung *eines* Durchmessers von der wirklichen Grösse solcher Flächen, welche nicht genau kreisrund sind. Endlich ergeben sich Fehler der Messung aus der starken Adhäsion der feuchten Stränge an der Glasplatte, auf welcher sie liegen, in Folge dessen der Durchmesser immer zu gross ausfallen muss. Für unsere Fälle kommt es aber auch weiter darauf an, den Nerv mit Umgehung dieser Fehlerquellen nicht bloss isolirt zu messen, sondern so lange er

noch mit dem Präparat zusammenhängt, und ihn dabei genau immer wieder an derselben Stelle zu messen.

Um Anderen über die technischen Schwierigkeiten bei derartigen Messungen hinüber zu helfen, mit welchen ich selbst lange zu kämpfen hatte, will ich erzählen, wie ich allmählich zu der schliesslich in Anwendung gebrachten Methode gekommen bin. An isolirten Nerven war zunächst jeder Wasserverlust und jeder Druck des Präparates während der Messung zu verhüten.

Es war beides dadurch zu erreichen, dass man ringsum auf das Objectglas schmale Leistchen von Glas kittete, auf welche Rahmen von durchfeuchtetem Filtrirpapier gelegt wurden, ehe das Deckglas den Raum abschloss. Aller Luftwechsel konnte jetzt nur durch die engen Spalträume zwischen dem nassen Fliesspapier und dem Glasdeckel stattfinden und eine Vertrocknung des Nerv war dadurch für die Zeit der Messung und über diese hinaus unmöglich gemacht.

Um den Nerv an verschiedenen Stellen seiner Länge messen und dieselben Stellen sicher wiederholt messen zu können, waren in regelmässigen Abständen von wenigen Millimetern mit dem Diamant feine Striche auf dem Objectglas angebracht.

Nun kam es weiter darauf an, die Nervendurchmesser an dem galvanischen Präparat selbst zu messen. Zu dem Ende liess ich eine Dose anfertigen, an welcher sich eine Verlängerung befand von der Gestalt eines Schlittengestelles, auf welchem das vorhin beschriebene Objectglas mit Leistchen und Deckglas angebracht werden konnte. Die Dose hatte eine solche Höhe, dass der Klotz, an welchem das Präparat behufs der Reizung befestigt war, darin Platz hatte, und zugleich war sie so lang, als es der Froschschenkel verlangte. Feuchtes Fliesspapier im Innenraum verhütete den Wasserverlust der Muskulatur. An der Schmalseite der Dose war eine Kerbe eingeschnitten, eben gross genug, um den Nerv ohne Quetschung hineinzulegen, welcher mit seinem frei präparirten Theile ausserhalb der Dose in dem Glasgehäuse unter der

Mikroskoplinse befindlich war. Indem bei jeder Messung das Knie an der Innenfläche der Dose anlag, die Aussenfläche des Deckels dagegen an die Fassung der Linse angestossen war, musste man, wenn dazwischen der Nerv behufs der Quellung oder Austrocknung und Reizung aus der Vorrichtung genommen worden war, immer wieder zu der früher gemessenen Nervenstelle kommen. In allen diesen Fällen wurde aber der Nervenstrang als ein drehrunder Körper betrachtet, was er jenseits der Theilungsstelle in die beiden Hauptäste des Unterschenkels auch zu sein scheint, wenn man ihn im frischen Zustand betrachtet, und desshalb sein Querschnitt aus *einem* Durchmesser nach der Formel für den Kreis berechnet. Die Messung dieses Durchmessers wurde bei Lampenlicht vorgenommen und dabei die erforderlichen Spiegeldrehungen gemacht, um nicht Täuschungen durch die Zerstreuung des Lichtes an dem beleuchteten Rand ausgesetzt zu sein; zugleich wurde bei jeder Messung sowohl das auffallende, als das durchfallende Licht zu Hülfe genommen; allein trotz Allem blieb man in einzelnen Fällen in der Wahl der zur Messung zu verwendenden Contur zweifelhaft, besonders dann, wenn der Nerv vorher der Quellung ausgesetzt war und etwas Wasser seiner Oberfläche adhärirte.

Der oben schon hervorgehobene Uebelstand der Adhäsion, durch welche die Form des weichen Nerv nothwendig etwas verändert wird, noch mehr aber ein anderer Umstand verlangte, sobald aus der oben entwickelten Formel die grosse Wichtigkeit des Querschnittes erkannt war, eine ganz andere Methode für den geforderten Grad der Genauigkeit bei der Messung.

Man findet bei den verschiedenen Präparaten, dass die äusserlich sichtbare Theilung des Nervenstammes in seine beiden Hauptäste für den Unterschenkel durchaus nicht immer auf dieselbe Entfernung von der Kniekehle trifft. Meist findet man sie 3—4 Millimeter davon entfernt, öfter aber höher, in einzelnen Fällen innerhalb der oberen Hälfte des Nervenverlaufes durch den Oberschenkel.

Es kommt auch vor, dass bei dem frischen Nerv die Theilung ganz nahe der Kniekehle zu Stande zu kommen scheint, und dass der Stamm oberhalb dieser Stelle vollkommen drehrund aussieht. Lässt man einen solchen Nerven quellen, so findet man nach 5 — 10 Minuten die Theilung viel höher und den Stamm an der Stelle, wo er vorher vollkommen rund erschien, abgeplattet.

Man hat sich diese Erscheinung so zu erklären: Die beiden Aeste für den Unterschenkel laufen auch nach oben von der Stelle, wo sie äusserlich getrennt, als Bifurcation erscheinen, in ihrer eigenen Bindegewebshülle eingeschlossen nebeneinander und gleichsam nur aneinander angelöthet fort. Ihre hier schon zu Stande gekommene Selbstständigkeit ist versteckt. Bei der Quellung erfährt das Bindegeweb rascher eine Querschnittsveränderung als die Nervenfasern. In Folge dessen drängen die Nervenscheiden der beiden Aeste an ihrer Berührungsstelle gleichsam gegeneinander und es vergrössert sich hier wegen der doppelten Lage der Bindegewebmassen der Durchmesser mehr als in der darauf rechtwinklig stehenden Richtung.

Dieser Umstand, welcher nie vorherzusehen ist, verlangt durchaus, dass an der zur Messung bestimmten Nervenstelle der Durchmesser in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen genommen und der Querschnitt nach der Formel der Ellipse berechnet werde.

Diess lässt sich bei der horizontalen Stellung des Objecttisches nicht erreichen. Man kann es nicht dahin bringen, durch irgend welche Befestigungsweise jener Anforderung sicher Genüge zu leisten. Gleichzeitig soll die Adhäsion an dem Objectglas vermieden werden.

Beidem wird durch die vertikale Aufstellung des Nerv und horizontale Lagerung des Mikroskoprohres entsprochen.

Ich gehe sofort zur Beschreibung des Apparates über, welcher dazu dient, den Nerv zu messen, wenn er noch im Zusammenhang mit dem Unterschenkel sich befindet. Er ist auf der I. Tafel zur II. Abhandlung in dem vorigen Band der Denkschriften abgebildet. Ein dreieckiger

9 Centimeter hoher Klotz aus Eichenholz von 21 Cent. Seite, welcher auf 3 Zapfen steht, trägt die Säule St, deren Durchmesser 4,5 Cent. ist. Auf ihr ist der treppenartig geformte Träger befestigt, dessen untere 6 Centimeter lange Stufe zur Befestigung des Apparates N, dessen obere der Länge nach mit einer Rinne versehene 12,5 Centimeter lange Stufe zur Aufnahme des Mikroskoprohres M bestimmt ist. Die Rinne hat den Radius der äusseren Peripherie des Rohres und ist mit Sammt gefüttert. Zwei halbrund gebogene Federn ff aus Messingblech halten das Rohr fest, welches auf dem Sammet eine sehr feine Führung hat. Die Einstellung geschieht mit der Hand, was bei der geringen Vergrösserung, deren man bedarf, keine Schwierigkeit hat. An dem Rohr eines Oberhaüser grösster Sorte ist Objectiv 4 und Ocular 3 aufgeschraubt. Der Glasmikrometer im letzteren auf dem Diaphragma unverschiebbar befestigt.

Das Gehäuse N, dessen am Boden befestigte Säule in ein entsprechendes Loch der unteren Stufe des Trägers passt und in beliebiger Höhe durch die Schraube S an T festgehalten werden kann, ist aus starkem Messingblech, trägt oben eine Platte L, deren Ausschnitt für die Aufnahme der Platinschaufeln und Zuleitungsdrähte an der Vorrichtung A auf Taf. I. der I. Abhandlung bestimmt ist. Der Körper des sonst überall geschlossenen Gehäuses ist diesem Ausschnitt entsprechend geformt und hat bei F und F′ zwei einander gegenüberstehende Fenster, deren Gläser leicht herausgenommen und gereinigt werden können, indem sie sich in einem Falz verschieben lassen.

Der Klotz k des Statives trägt weiter eine kleine Säule A, an welcher der Träger eines kleinen Spiegels Sp durch zwei Kugelgelenke g und g′ nach jeder Richtung verstellbar, auf- und abgeschoben werden kann.

Bei der Messung des Nerv wird das Präparat wie es in Fig. A. Taf. I. der I. Abhandlung unter der Glasglocke aufgestellt ist, mit seiner Glasplatte auf die Messingplatte L der eben beschriebenen Vorrich-

tung N gestellt. Die Dimensionen derselben sind folgende: Länge des Gehäuses = 10,2 Cent., Höhe 4,5 Cent. Breite in der Gegend der Fenster 1 Cent., in der Gegend der Ausbauchung 5 Cent. Höhe der Fenster 2,5 Cent., Breite der Fenster 2,2 Cent.

Bei dieser Aufstellung hängt der Nerv frei zwischen den Fenstern herab und kann auch bei der Messung wegen der grossen Focaldistance der angewendeten Linsencombination etwas von dem Fenster ferne bleiben. Das Fenster ist plan parallel geschliffen. Der Wasserverlust des Nerv während der Messung ist durch nasse Fliesspapierbäusche im Innenraum des Gehäuses, so wie durch solche auf der Platte B vollkommen geschützt.

Der Ort, wo gemessen wird, ist die Mitte der Nervenstrecke zwischen den beiden Platinschaufeln. Dass der Nerv immer die gleichen Stellen der letzteren berühre, wird dadurch bewerkstelligt, dass sich an ihnen seichte Rinnen befinden, an deren Wände sich der Nerv durch die Adhäsion immer mit grosser Leichtigkeit anschmiegt. Durch den viereckigen Klotz, an welchem das Präparat befestigt ist, hat man es in der Gewalt, den Nerv genau in zwei zueinander rechtwinkligen Richtungen zu messen, indem man auf der Glasplatte durch Striche Marken anbringt, an welche man nacheinander die zwei zueinander rechtwinklig stehenden Seiten des Klotzes anstösst, nachdem natürlich vorher immer der Nerv frei vor den Platinschaufeln herabgehängt, und seine Oscillationen aufgehört hatten.

In einiger Entfernung vor dem zweiten Fenster steht ein weisses transparentes Papier und die weitere Abblendung geschieht mittelst des Spiegels Sp.

Auf solche Weise kann der kleinere und grössere Durchmesser der Nervenstrecke vor und nach der jedesmaligen Reizung, vor und nach der Quellung, Austrocknung oder anderweitiger Einwirkung irgend eines Agens in jedem Moment gemessen werden, in welchem der Rheostatenstand hat geändert werden müssen. Es geschieht diess einfach

dadurch, dass man den Glasteller mit dem Präparat bald über den Raum N stellt, innerhalb welches die Messung vorgenommen werden soll, bald über den Raum, in welchem man das fragliche Agens zur Wirkung auf den Nerv kommen lassen will. Mitte der Stelle, an welcher gereizt wird, und deren Durchmesser bestimmt werden, bleibt, wie man sieht, dabei genau dieselbe.

Maassbestimmung der Reizbarkeit für quellende Nerven.

Man kann sich entweder dabei begnügen, in irgend einem bestimmten Fall die Veränderung zu bestimmen, welche die Reizbarkeit eines Nerven durch den Aufenthalt in destillirtem Wasser von bekannter Temperatur erfährt, oder man sucht aus einer grösseren Anzahl von Fällen die Mittelwerthe, um ein allgemeineres Gesetz solcher Veränderungen aufstellen zu können. Im letzteren kann man entweder reihenweise die einzelnen zur Maassbestimmung nothwendigen Werthbestimmungen an verschiedenen Nerven zu gewinnen suchen, oder es geschieht die Maassbestimmung aller erforderlichen Grössen hintereinander je immer an ein und demselben Nerven in den verschiedenen Momenten der Quellung. Für kürzere Quellungszeiten ist das letztere Verfahren misslicher durchzuführen, weil die Beobachtungen zu viele sind, als dass man sie in der verlangten kurzen Zeit mit Sicherheit durchführen könnte. Jedenfalls schien es gerathen, die beiden Methoden in Anwendung zu bringen, um die gewünschten Verhältnisse mit möglichster Schärfe eruiren zu können.

Zu dem Ende wurden die Querschnitts-Veränderungen an 14 Nerven für sich geprüft.

Es geschah diess in dem oben beschriebenen Messapparat; nur erlaubte die Isolirung der Nerven eine vollkommene Befestigung der untersuchten Strecke. Es war die Platte L des Apparates N bis auf

eine über den Fenstern befindliche quadratische Oeffnung von 1,5 Centimeter Seite geschlossen; der Innenraum war vollkommen mit Wasserdunst erfüllt. In die Oeffnung passte ein genau quadratisches Glasstück, auf dessen oberer Fläche ein viereckiges Holzstückchen als Griff befestigt war, während auf der entgegengesetzten Fläche ein derartig gekrümmter Draht angebracht wurde, dass der oben mit einer Ligatur befestigte Nerv genau von dem Mittelpunkt der Glasplatte aus senkrecht herabhing. Um den Schwankungen des Nerv während der Messung vorzubeugen, war das untere Drahtende im rechten Winkel so gebogen, dass er sich unterhalb der zu messenden Stelle daran anlegen und durch Adhäsion haften bleiben konnte. Die Seiten des Holzgriffes waren so gezeichnet, dass man mit Vermeidung jedes Irrthums immer genau wieder die gleichen Durchmesser des Nerv dem Objectiv des Mikroskopes gegenüber einstellen konnte.

Sollte der Nerv quellen, so wurde die kleine Glasplatte mit dem Nerv über das Loch eines Glastellers gestellt, welcher sich auf einem grossen, mit Wasser ganz angefüllten Gefäss befand.

Ehe der Nerv in den Messapparat eingesetzt wurde, kam sein unteres Ende einen Augenblick mit Fliesspapier in Berührung, um das adhärirende Wasser schnell wegzusaugen, wurde dann frei gehalten bis seine Oscillationen und seine Torsion vollkommen verschwunden war; dann erst wurde ihm das umgebogene Drahtende genähert und wenn er so ohne irgend eine Zerrung sich an dasselbe angelegt hatte, kam er zwischen die Fenster des Messapparates.

Es ist nöthig, dass der letztere während der Messung auf einer vollkommen fest stehenden Console aufgestellt sei, weil ausserdem die kleinen Erzitterungen des Nerv die Messung ganz unmöglich machen.

Durchmesser der Nerven in Millimetern.

Bei Beginn des Versuchs.	Nach Quellung durch 5 Minuten.	10 Min.	15 Min.	25 Min.	35 Min.	55 Min.		
0,6515	0,8096	0,8349	0,82857	0,841225	0,82857	0,866525	1)	Durchmesser I. Nerv.
0,664125	0,8096	0,82225	0,828575	0,82225	0,85387	0,82857	2)	
0,68942	0,82225	0,813395	—	—	0,841225	0,831105	1)	Durchm. II. Nerv.
0,6831	0,77165	0,81719	—	—	0,82225	0,8349	2)	
0,600875	0,7084	0,73117	0,7527		0,8096	0,8096	1)	Durchm. III. Nerv.
0,6072	0,714725	0,740025	0,8033		0,7843	0,8096	2)	
0,689425	0,7843	0,79695	0,82225	0,80960	—	0,82225	1)	Durchm. IV. Nerv.
0,689425	0,777975	0,82225	0,8096	0,82225	—	0,8349	2)	
0,64515	0,69575	0,740025	0,740025	0,77165	0,777975		1)	Durchm. V. Nerv.
0,64515	0,69575	0,7084	0,7337	0,7337	0,74635		2)	
0,626175	0,67045	0,689425	0,689425	0,72105	0,72105		1)	Durchm. VI. Nerv.
0,613525	0,689425	0,689425	0,70334	0,689425	0,73876		2)	
0,67045	0,77165	0,803275	0,82225	0,866525	0,904475	0,9614	1)	Durchm. VII. N.
0,651475	0,759	0,752675	0,803275	0,815925	0,87285	0,904475	2)	
0,69575	0,917125	0,942425	0,94875	0,97405	—	0,9867	1)	Durchm. VIII. N.
0,740025	0,879175	0,904475	0,955075	0,942425	—	0,942425	2)	
0,613525	0,72358	0,759	0,75267	0,79695	0,815925	0,8602	1)	Durchm. IX. N.
0,6072	0,73370	0,74256	0,7666	0,790625	0,841225	0,85387	2)	
0,59455	0,727375		0,73876	0,73117	0,765325	0,765325	1)	Durchm. X. N.
0,58696	0,714725		0,727375	0,74888	0,76406	0,77165	2)	
0,67045	0,78683	0,8096	0,79695	0,8096	0,82478	0,853875	1)	Durchm. XI. N.
0,67045	0,775445	0,7843	0,810865	0,838695	0,8387	0,85261	2)	
0,59455	0,7084	0,727375	0,74635	0,74635	0,759	0,759	1)	Durchm. XII. N.
0,5819	0,72105	0,72737	0,759	0,759	0,77165	0,77165	2)	

Bei Beginn des Versuchs.	Nach Quellung durch 5 Minuten.	10 Min.	15 Min.	25 Min.	35 Min.	55 Min.		
0,6578	0,740025	0,790625	0,7843	0,815925	0,8096	0,8602	1)	Durchm. XIII. N.
0,651475	0,790625	0,765325	0,790625	0,803275	0,815925	0,815925	2)	
0,626175	0,76912	0,77165	0,7843	0,82225	0,826045		1)	Durchm. XIV. N.
0,626175	0,759	0,759	0,79695	0,7843	0,82225		2)	

Hieraus berechnen sich die Halbaxen a und b der Nerven wie folgt:

Beginn des Versuchs.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 25 Min.	nach 35 Min.	nach 55 Min.	Quellung.
0,32574	0,4048	0,41745	0,414287	0,420612	0,4143	0,43326	Nerv I.
0,33206	0,4048	0,411125	0,414287	0,411125	0,42694	0,414287	
0,344712	0,411125	0,407	—	—	0,420112	0,4155525	Nerv II.
0,34155	0,385825	0,4086	—	—	0,411125	0,41745	
0,30044	0,3542	0,3656	0,37634	—	0,4048	0,4048	Nerv III.
0,3036	0,357362	0,370012	0,40164	—	0,39215	0,4048	
0,344712	0,39215	0,3985	0,411125	0,4048	—	0,411125	Nerv IV.
0,344712	0,38899	0,411125	0,4048	0,411125	—	0,41745	
0,322575	0,347875	0,3700125	0,3700125	0,385825	0,38899	—	Nerv V.
0,322575	0,347875	0,3542	0,37685	0,36685	0,373175	—	
0,31309	0,3447125	0,3447125	0,3447125	0,360525	0,360525	—	Nerv VI.
0,306762	0,335225	0,3447125	0,35167	0,3447125	0,3694	—	
0,33523	0,385825	0,40164	0,411125	0,4332625	0,45224	0,4802	Nerv VII.
0,32574	0,3795	0,37634	0,40164	0,407962	0,436425	0,45224	
0,34787	0,458562	0,4712125	0,474375	0,487525	—	0,49335	Nerv VIII.
0,3700125	0,43959	0,45224	0,47754	0,4712125	—	0,4712125	

Beginn des Versuchs.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 25 Min.	nach 35 Min.	nach 55 Min.	Quellung.
0,3067625	·0,36179	0,3795	0,37634	0,3985	0,40796	0,4301	Nerv IX.
0,3036	0,36685	0,37128	0,383	0,39531	0,420612	0,42694	
0,297275	0,36369	—	0,36938	0,3656	0,382662	0,382662	Nerv X.
0,29348	0,357362	—	0,36369	0,37444	0,38203	0,38582	
0,335225	0,393415	0,4048	0,398475	0,4048	0,41239	0,42694	Nerv XI.
0,335225	0,387722	0,39215	0,40543	0,41935	0,41935	0,426305	
0,297275	0,3542	0,3637	0,373175	0,373175	0,3795	0,3795	Nerv XII.
0,29095	0,360525	0,3637	0,3795	0,3795	0,38582	0,38582	
0,3289	0,3700125	0,395312	0,39215	0,407962	0,4048	0,4301	Nerv XIII.
0,32574	0,395312	0,382662	0,395312	0,40164	0,40796	0,40796	
0,31309	0,38456	0,385825	0,39215	0,411125	0,413022	—	Nerv XIV.
0,31309	0,3795	0,3795	0,3985	0,39215	0,411125	—	

Aus den gemessenen Halbaxen berechnen sich die Querschnitte nach der Formel π a.b. wie folgt:

	Bei Beginn des Versuches.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 25 Min.	nach 35 Min.	nach 55 Min.
I. Nerv.	0,3398	0,51479	0,539175	0,53920	0,543258	0,55567	0,5639
II. Nerv.	0,3699	0,49833	0,52192	—	—	0,5426	0,54497
III. Nerv.	0,28655	0,397653	0,42496	0,47482	—	0,498704	0,51479
IV. Nerv.	0,3733	0,47923	0,514783	0,52283	0,522834	—	0,53913
V. Nerv.	0,3269	0,38019	0,411173	0,426434	0,44468	0,4560315	—
VI. Nerv.	0,30173	0,36303	0,3733	0,38084	0,39046	0,43776	—
VII. Nerv.	0,34305	0,45999	0,47486	0,51875	0,5553	0,62005	0,682246
VIII. Nerv.	0,4044	0,6333	0,6695	0,7117	0,722	—	0,73033
IX. Nerv.	0,2926	0,4169	0,44265	0,453175	0,4949	0,53907	0,5769
X. Nerv.	0,27408	0,408305	—	0,422045	0,430055	0,459266	0,463835
XI. Nerv.	0,35302	0,479204	0,49871	0,50754	0,5321	0,5433	0,5718
XII. Nerv.	0,47173	0,401175	0,41554	0,44491	0,44491	0,459995	0,459995
XIII. Nerv.	0,3366	0,45952	0,47523	0,486845	0,514764	0,518815	0,551236
XIV. Nerv.	0,30797	0,45848	0,46	0,406915	0,5065	0,53345	

Um diese Querschnittsveränderungen untereinander vergleichbar zu machen, ist es nothwendig, sie nach Procenten der anfänglichen Querschnitte zu bestimmen, wie es in der nächsten Tabelle geschehen ist.

Nummer des Nerv.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 25 Min.	nach 35 Min.	nach 55 Min.
I.	51,49	58,6	58,67	59,87	63,52	65,94
II.	34,725	41,11	—	—	46,69	47,34
III.	38,76	48,3	65,715	—	74,03	79,64
IV.	28,37	37,9	40,05	40,05	—	44,43
V.	16,3	25,95	30,45	36,02	39,51	—
VI.	20	23,72	26,22	29,39	45,08	
VII.	34,09	38,42	51,218	61,866	80,74	98,88
VIII.	56,6	65,55	75,99	78,4	—	80,60
IX.	42,6	51,3	54,9	69,1	84,25	97,1
X.	48,97	—	53,98	56,905	67,565	69,225
XI.	35,7	41,2	44,05	50,7	53,8	61,9
XII.	47,6	52,9	63,7	63,7	69,6	—
XIII.	36,5	41,1	44,6	52,9	54,1	63,7
XIV.	48,9	49,3	59,4	64,4	73,2	—

Wenn man aus diesen Zahlen das Mittel zieht, so zeigt sich eine wachsende procentische Vergrösserung der Querschnitte in der Weise, dass die Vergrösserung in den ersten fünf Minuten der Quellung am beträchtlichsten erscheint, später, wenn auch nicht vollkommen, doch mehr stetig fortschreitet. Die Mittel sind nämlich:

für die ersten 5 Minuten 38,61%
für 10 „ 44,25
für 15 „ 51,457
für 25 „ 55,275

für 35 Minuten 62,67
für 55 „ 70,876

Im Durchschnitt wächst hiernach der Querschnitt in je einer der ersten fünfen Minuten um 7,7%

in der 5–10ten Minute je um 1,1%
in der 10—15ten „ je um 1,4%
in der 15—25ten „ je um 0,38
in der 25—35ten „ je um 0,74%
in der 35—55ten „ je um 0,4%

Die Differenzen in den einzelnen Versuchsreihen zeigen sich dabei allerdings sehr gross, wie man aus der Zusammenstellung der Maximal- und Minimalwerthe der Querschnittszunahme in den einzelnen Stadien der Quellung erkennt.

Dauer der Quellung in Minuten.	Minimum der procentischen Querschnitts-Vergrösserung.	Maximum der procentischen Querschnitts-Vergrösserung.
5	16,3	56,6
10	23,72	65,55
15	26,22	75,99
25	29,39	78,4
35	39,51	84,25
55	44,43	98,88

Wird der Minimalwerth = 1 gesetzt, so ist der Maximalwerth:

in den ersten 5 Minuten = 3,5
von der 5ten — 10ten Minute = 2,3
von der 10ten — 15ten „ = 2,8
von der 15ten — 25ten „ = 2,6
von der 25ten — 35ten „ = 2,1
von der 35ten — 55ten „ = 2,2

Diese Differenzen deuten, weil die Untersuchungen an derselben Species von Thieren gemacht worden sind, welche sich genau unter den gleichen Verhältnissen und während der gleichen Zeiten in Gefangenschaft befunden hatten, auf beträchtliche Unterschiede in dem physikalischen Verhalten der Gewebsmassen in den Nerven hin, wie wir ähnliche Schlüsse schon in der II. Abhandlung aus den Versuchen über die Festigkeitsmaasse der einzelnen Nerven haben ziehen müssen.

Es erschwert dieser Umstand natürlich in hohem Grad die Aufstellung eines allgemeinen Gesetzes, zu dessen Gültigkeit eine viel grössere Anzahl von Einzelversuchen und der daraus gezogenen Mittelwerthe nothwendig wäre, als ich bis jetzt mitgetheilt habe. Würden aber auch die erforderlichen Mengen von solchen Versuchen gemacht worden sein, so würde für den speciellen Fall doch noch nicht viel mehr gewonnen sein, als bis jetzt geschehen ist. Es wird sich später genauer ausweisen, wie weit man sich in dem Schlussresultat des Einzelversuches durch Substitution der bis jetzt gefundenen Mittelwerthe von der Wahrheit entfernen würde.

Ich gehe desshalb jetzt zu dem zweiten Punkt über, zu der Bestimmung der Veränderungen, welche *der elektrische Leitungswiderstand der Nerven* während der Quellung erfährt. Man kann zur Ermittlung dieses Verhältnisses entweder die Combination V und VI benützen, wenn man den Nerv über die Platinschaufeln der Zuleitungsdrähte gebrückt und die Polarisation daselbst nicht vermieden hat.

Ich habe es aber vorgezogen, die Polarisation von vornherein auf das Minimum zu reduciren, so dass sie bei der Berechnung umgangen werden durfte. Es kam desshalb auch nur die Combination V in Anwendung.

Als Auflagerungsapparat wurde der in der I. Abhandlung beschriebene, dort auch auf Taf. I abgebildete Apparat benützt, welcher zur Bestimmung des Leitungswiderstandes frischer Nerven angewendet worden

war. Ich habe nur einige untergeordnete Veränderungen angebracht, welche eine grössere Bequemlichkeit in der Handhabung gewähren und einige Kunstgriffe kennen gelernt, welche bei Wiederholung der Versuche zu empfehlen sein dürften. In den Klemmen auf den beiden Säulen CC sind nämlich noch zwei Drähte wie die mit JJ′ bezeichneten eingeschraubt. Sie haben genau die gleiche Länge und Beschaffenheit wie die anderen. Sie dienen dazu, die Reinheit der metallischen Berührungsfläche von JJ′ mit der concentrirten Lösung des Kupfersalzes in den Näpfchen HH zu controliren.

Will man ohne diese Hilfsdrähte operiren, so ist strengste Regel vor jedem einzelnen Versuch die Enden von JJ′ vollkommen blank zu feilen. Thut man das nicht, so ändert sich oft sehr schnell der Leitungswiderstand an dieser Stelle und man erhält ganz unbrauchbare Resultate. Mit den Hilfsdrähten verfahre ich aber in folgender Weise. Ihre in Siegellack eingehüllten Enden werden zuerst so wie die der Drähte J und J′ blank gefeilt. Zuerst tauchen die letzteren allein ein, und man erhält eine bestimmte Ablenkung der Nadel. Ist diese zu Ruhe gekommen, so wird der eine Hilfsdraht eingetaucht und J herausgenommen, ebenso auf der Seite von J′. Bei dieser Manipulation darf die Nadel auch nicht im Geringsten aus ihrer vorher gewonnenen Stellung weichen. Ist diess nicht der Fall, so kommen die Hilfsdrähte sofort aus der Kupferlösung und werden abgeputzt und blank gemacht, ebenso J und J′. Nur so ist man sicher, dass sich in der Zeit, welche die Nadel braucht, um in Ruhe zu kommen, was in der Regel nahe an 2 Minuten oder darüber dauert, keine irgendwie störend wirkende Oxydschicht an den Drahtenden angesammelt hat, und das Resultat der Messung trübt.

In Beziehung auf die Tränkung der Hollundermarkkeile und ihre von Zeit zu Zeit geforderte Benetzung habe ich für gut gefunden das Eiweiss, womit die Tränkung geschieht, vorher zu Schnee zu schlagen,

es mehrere Stunden stehen zu lassen und dann die am Boden des Gefässes befindliche leicht- und gleichförmig flüssige Masse zu benützen. Die Durchtränkung damit erfolgt viel gleichmässiger, und die Einführung der Baumwollendochte in die Glasröhren geschieht dabei bequemer und reinlicher als bei Anwendung des visciden frischen Eiweisses.

Endlich zeigte es sich auch vortheilhaft, die in die Näpfchen eintauchenden Enden der Glasröhren k k′ mit einer in Eiweiss getränkten Blase zu verschliessen, um der Anhäufung des Präcipitats in der Kupfersalzlösung mehr vorzubeugen und das Aufsteigen der Salzlösung in den Dochten zu verlangsamen.

Ich habe ferner untersucht, ob die Auflagerungsweise der Nerven auf den Markkeilen von wesentlichem Einfluss sei, indem sich denken liesse, dass der Strom dabei irgend welche Umwege machen könnte, wenn ihm dazu Gelegenheit geboten würde. Zu dem Ende ward ganz nahe dem freien Rand jedes Keiles ein vollkommen trocknes Glimmerplättchen aufgelegt, so zwar, dass höchstens eine halbe Linie der scharfen Kante jederseits bloss lag. Der Nerv eines 24 Stunden früher geschlachteten Thieres wurde sofort aufgelagert, wobei er rechts und links nur in einer Ausdehnung von einer halben Linie seiner Länge mit den Markkeilen in Berührung stand.

Die dabei erfolgte bleibende Ablenkung betrug 57°. Ganz vorsichtig wurden jetzt gleichzeitig auf beiden Seiten die Glimmerplättchen unter dem Nerv weg gezogen, so dass schliesslich nur die freien Schnittenden noch auf ihnen auflagen. Dadurch kam der Nerv mit den Markkeilen allmählich in immer ausgedehntere Berührung, allein die Nadel wich dabei nicht im Geringsten aus ihrer anfänglich gewonnenen Stellung.

Es ist diess wichtig, weil dadurch allein die Berechnung des spezifischen Leitungswiderstandes der Nerven — in so weit sie auf der Messung der Länge des Nervenstückes, d. h. auf der Messung der Entfer-

nung, in welcher sich die Kanten der Markkeile befinden, fusst — eine Berechtigung findet.

Eine zweite Ueberzeugung musste gewonnen werden, nämlich die, dass die Kette hinlängliche Zeit constant bleibt, um aus der Vertauschung des Nerv mit einer Flüssigkeitssäule von bekannter Dimension und Leitungsgüte für die gleiche Nadelablenkung den Leitungswiderstand des untersuchten Nervenstückes ableiten zu können. Obwohl diess für andere Zwecke schon hinlänglich oft untersucht war, so geschah es für diese Versuchsreihen speciell zum Oeftesten. Es fand sich dabei, dass wenn die Nadel in Ruhe gekommen war, sich ihre Stellung in 1 — 1½ Stunden nicht im Geringsten weiter änderte.

Dass eine solche Aenderung, so gering sie auch war, nach 6—12 Stunden eintrat, lag in der wenn auch sehr langsamen Veränderung in der Concentration der Eiweisslösung, vielleicht auch ihrer chemischen Zersetzung; daher auch die Erscheinung, dass in der Zeit vom 7 — 20. Juni 1858, innerhalb welcher die Versuchsreihe angestellt wurde, nach und nach, jedoch sehr allmählich, immer höhere Rheostatenstände zur Erzielung der gleichen Ablenkung erforderlich wurden, wenn die Kanten der Markkeile aneinander gestossen waren.

Weiter kam es darauf an, nochmal genau den spezifischen Leitungswiderstand der Rheostatenfüllung zu ermitteln. Zu dem Ende wurde der Rheostat mit einer Mischung von 1 Volumtheil concentrirter Kupfervitriollösung auf 3 Theile Wasser gefüllt, durch Veränderung der Flüssigkeitssäule eine Anzahl von Ablenkungen der Nadel erzielt und dieselben wieder hervorgerufen durch die Regulirung des Rheostaten bei Füllung mit einer Mischung aus 1 Volumtheil concentrirter Kupfervitriollösung auf 7 Theile Wasser. Diese Mischung heisse A, die andere B.

Es ergab sich:

Ablenkung der Multiplicator-Nadel	Rheostatenstand in Centimeter bei Mischung A	bei Mischung B	Verhältniss der Widerstände zu einander
60°	90,2	152	1 : 1,68
67°	63,6	105,1	1 : 1,65
76°	35,7	58	1 : 1,62

Daraus ergibt sich als Mittel für das Verhältniss der Widerstände beider Lösungen zu einander:

1 : 1,65

Drei Vierteljahre vorher war dieses Verhältniss mit denselben Instrumenten behufs der Graduirung des Multiplicators ermittelt worden und wurde damals ebenfalls wie 1 : 1,65 befunden.

Hieraus berechnete sich für 1 Centimeter Flüssigkeitshöhe in unserem Rheostaten bei Füllung mit der Mischung A der reducirte Widerstand auf

83536,79 Meter Normalkupferdraht.

Ich will jetzt in der Kürze das ganze Verfahren, die Veränderung des Leitungswiderstandes während der Quellung zu messen, beschreiben, wobei das in der I. Abhandlung bereits Erörterte, sowie die dort gegebene Abbildung wieder in Erinnerung zu bringen ist.

Der Nerv wird mittelst eines gabelförmig gebogenen feinen Glasstäbchens so über den Raum zwischen den beiden Markkeilen gebrückt, dass sein eines Ende gerade mit dem Ende des Glimmerblattes zusammenfällt. Sofort wird die luftdicht schliessende, innen geschliffene Schutzröhre E darüber her geschoben und der Draht J und J′ eingetaucht. Ist die Nadel auf einem bestimmten Grad der Ablenkung, welche durch das feststehende Fernrohr abgelesen wird, zu Ruhe gekommen, so wird

die Schutzröhre so weit gelüftet, dass man zwischen ihren Rändern und denen der Röhre D eben das Licht frei durchfallen sieht, und die jetzt eintretende Ablenkung beobachtet. Hie und da fällt sie um ½ bis 1 Grad geringer aus; wenn sich nämlich die Innenfläche der Schutzröhre mit Wasserdunst beschlagen hatte, oder die Röhre D' irgendwie durch den Hauch oder andere Zufälligkeiten etwas feucht geworden. Meist ändert sich bei dem Lüften der Schutzröhre der Stand der Nadel gar nicht.

Jetzt werden die Drähte J J' zur Controle mit den anderen Drähten vertauscht und die dabei schliesslich erzielte Ablenkung notirt. Sofort kommen diese Drähte ebenfalls aus der concentrirten Kupfervitriollösung ihrer Näpfchen H H' heraus, die Nadel geht zurück, die Schutzröhre wird weggeschoben, der Nerv mit der gläsernen Gabel abgehoben, und mit Berücksichtigung des Zeitmomentes, in welchem diess geschieht, in destillirtes Wasser von bekannter Temperatur und grosser Menge gebracht. Während der Quellungszeit werden die Enden der Zuleitungsdrähte blank gefeilt, die Markkeile frisch mit Eiweiss bepinselt und die Schutzröhre vorgeschoben.

Nach Verfluss der geforderten Quellungszeit wird der Nerv mit der Gabel aus dem Wasser herausgehoben, seine frei herabhängenden Enden durch Fliesspapier von dem adhärirenden und abfliessenden Wasser befreit und sofort auf den Markkeilen genau wie vorher aufgelagert, wobei er jedoch nie irgend eine Strecke weit, welche in den Raum zwischen die Markkeile kommen soll, auf den mit Eiweiss getränkten Keilen hingezogen worden sein darf.

Darauf wird wie vorhin die jetzt zu erzielende Ablenkung ermittelt und notirt.

Der Nerv kommt aufs Neue in das Wasser, bleibt darin eine gemessene Zeit und alle einzelnen Akte des Versuches wiederholen sich für jede einzelne Periode der Quellung. Es darf davon nie abgewichen

werden, so ermüdend und einförmig auch diese immer sich wiederholenden Manipulationen sind.

Ist die ganze Quellungszeit verstrichen und die Versuchsreihe für einen Nerv geschlossen, so werden die Säulen CC einander so weit genähert, bis sich die Kanten der Hollundermarkkeile eben berühren. Die Fuge zwischen ihnen wird mit Eiweiss bepinselt und die Schutzröhre über sie hergeschoben. Die Combination V wird mit Combination IX vertauscht.

Sofort werden durch Regulirung des Rheostatendrahtes der Reihe nach alle die vorher notirten Nadelablenkungen wieder hervorgerufen und die dazu erforderlichen Rheostatenstände aufgezeichnet.

Bei jeder Ablenkung, welche erzielt werden muss, wird der Controlversuch mit den für JJ′ vikarisirenden Drähten gemacht.

Da die Widerstände im Multiplicatorgewinde, den übrigen Drahtleitungen und für die Dauer von wenigstens 6 Stunden auch in dem Auflagerungsapparat für beide Versuchsreihen gleich sind, so vertreten die Widerstände im Rheostaten die vorher vorhandenen im Nerv unmittelbar, und können direct aus den Dimensionen der Flüssigkeitssäule und deren spezifischem Leitungswiderstand berechnet werden.

Sind die dazu erforderlichen Beobachtungen für einen Nerv gewonnen, so wird wieder die Combination V hergestellt, die Markkeile genau so weit wie vorher von einander entfernt, ein neuer Nerv aufgelegt, der Quellung ausgesetzt u. s. w.; dann die Combination V mit IX vertauscht, bei frischer Füllung des Rheostaten die gleichen Ablenkungswinkel erzielt und falls sich Differenzen in den Rheostatenständen zur Erzielung der gleichen Nadelablenkungen ergeben, die Mittel aus beiden genommen.

Je nach Ablauf von 6 Stunden oder nach einer Pause von 1—1½ Stunden werden alle Bestimmungen ganz neu gemacht, die Kette frisch gefüllt und gewartet, bis sie constant geworden.

Die direkten Beobachtungen, Nadelablenkung und Rheostatenstand, ergaben bei der stets gleich grossen Entfernung der Kanten der Markkeile von einander (4,3 Millimeter) in den einzelnen Versuchen folgende Resultate:

Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-Winkel	Entsprechender Rheostatenstand in Centim.	Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-Winkel	Entsprechender Rheostatenstand in Centim.
	Nerv I.			Nerv II.	
0	69°	51,9	0	65°	62,1
5	69,3°	50,9	5	69°	51,9
10	72,7°	42,3	11	69,5°	49,85
20	65,5°	60,7	21	67,5°	54,8
30	62°	74,5	31	65°	62,1
50	57,5°	94,2	51	65°	62,1
	Nerv III.			Nerv IV.	
0	61,4°	70,5	0	59°	81,1
5	64,2°	58,3	6	63,5°	62,3
10	63°	62,5			
21	61,3°	70,4	21	61°	73
31	59,5°	81	31	58,5°	84,2
51	57°	91	51	57°	91
	Nerv V.			Nerv VI.	
0	61°	72,2	0	68°	63,9
5	62,4°	63,8	5	68,5°	62,2
10	60°	77,9	10	68,5°	62,2
20	61,4°	69,8	20	68°	63,9
31	58°	85,6	30	65,5°	72,9
51	56°	92,8	50	66°	71,15

Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-Winkel	Entsprechender Rheostatenstand in Centim.	Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-Winkel	Entsprechender Rheostatenstand in Centim.
	Nerv VII.			Nerv VIII.	
0	67,5°	65,6	0	66°	57,8
5	70°	65,6	5	61,5°	57,1
10	70°	56,6	10	63,5°	65,1
20	69°	60,15	20	64°	64,4
30	67,5°	65,6	30	60°	83,1
50	65°	75	50	58,5°	88,2
	Nerv IX.			Nerv X.	
0	66°	57,8	0	60,6°	80
5	61°	78	5	63°	69,8
10	62,5°	71,2	10	63,5°	67,8
20	61,5°	75,1	20	62,8°	71,7
30	60,3°	81,5	30	60°	84,1
50	59,6°	84,5	50	59,5°	87
	Nerv XI.			Nerv XII.	
0	61°	78,4	0	66°	58
5	61°	78,4	6	64°	66,9
11	62,8°	71,7	10	66,5°	54,2
21	62°	73,8	20	61,9°	75
31	59°	87,9	30	60°	84,1
51	58°	92,9	50	58°	92,9
	Nerv XIII.			Nerv XIV.	
0	62,5°	72	0	66°	60
5	64°	66,9	5	66°	60
10	63°	69,8	10	62,5°	73,5

Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-winkel	Entsprechender Rheostaten-stand in Centim.	Ganze Dauer der Quellung in Minuten	Ablenkungs-winkel	Entsprechender Rheostaten-stand in Centim.
20	62°	73,8	20	64,5°	65,1
30	61°	78,4	30	63,5°	69,2
50	56°	106	50	62°	75,2
	Nerv XV.			Nerv XVI.	
0	72°	36,8	0	65,5°	73
5	67°	56,8	5	67,5°	65,2
10	66,5°	58	10	68°	64,1
20	62,5°	73,5	20	66°	70,3
30	62°	75,2	30	63,5°	81,5
50	59°	89,2	129	56,5°	116,7

Die Differenzen in den Rheostatenständen bei den gleichen Ablenkungswinkeln rühren, was früher schon hervorgehoben worden ist, von den Veränderungen her, welche, wenn auch sehr allmählich, in der Eiweisslösung des Auflagerungsapparates eintreten, oder welche durch die Länge der Zeit, die von den Versuchen erfordert wurde, bei dem Wechsel dieser Flüssigkeit unvermeidlich eintreten müsste.

Es sei, weil es nicht von Belang ist, hier nur beiläufig erwähnt, dass die Widerstände im Auflagerungsapparat im Mittel am Schluss der ganzen Beobachtungsreihe 630702 Meter Normal Kupferdraht gleich geworden sind, was 7,5 Centimeter Rheostatenablesung der zu den Versuchen benützten Kupfervitriollösung entspricht.

Ich reihe hieran noch die Beobachtung an Nerven zweier kranker Thiere, welche für uns einiges Interesse haben. Es wurde bei mehreren Fröschen, welche mit anderen die gleiche Zeit gefangen gehalten waren, und zwar unter den sonst gleichen Umständen gelebt hatten, eine Krankheit beobachtet, welche ich für meinen Theil wenigstens frü-

her noch nicht gesehen hatte. Ausser den an der Schnauze sonst auch häufig zu beobachtenden Geschwüren fühlten sich alle Muskeln auffallend hart an. Die Thiere bewegten sich träg, und während die Schenkel von Präparaten solcher Thiere, welche mit diesen aber ohne Zeichen der Krankheit gleich lange gelebt hatten, zuckten, wenn bei der Reizung nach unserer Methode der Rheostat, gefüllt mit 1 Theil Kupfersalzlösung auf 260 Theile Wasser, auf 45 Centimeter gestellt war, so zuckten die Präparate der kranken Thiere nicht einmal, wenn auch sehr schnell durch ihren Nerv die Kette nach Ausschaltung des Rheostat unmittelbar geschlossen wurde.

Die der Todtenstarre dem Gefühl nach ähnliche Rigidität der Muskeln war durch eine Erhöhung ihres Wassergehaltes bedingt, wie sich durch die Analysen des Herrn Feuchtinger auf der chemischen Abtheilung unseres physiologischen Institutes herausstellte. Er fand nämlich bei Vergleichung der Gasterocnemii gesunder Thiere mit denen der kranken:

Wassergehalt der normalen Muskeln	78,93%	
„ der kranken „	84,17%	
Aschengehalt der normalen „	0,906%	des frischen Muskels
„ der kranken „	0,579%	

Die Leitungswiderstände der Nerven dieser Thiere änderten sich während der Quellung wesentlich anders, als die von Nerven gesunder Thiere.

Bei dem einen:

Im Anfang	57^0	Ablenkung	bei 113	Cent.	entsprechendem	Rheostatenst.
nach 5 M. Quell.	63,5	„	„ 81,2	„	„	„
„ 10 „ „	64,2	„	„ 77,5	„	„	„
„ 20 „ „	64	„	„ 79	„	„	„
„ 30 „ „	63	„	„ 83	„	„	„
„ 50 „ „	61,5	„	„ 90	„	„	„

Bei dem anderen:

Im Anfang		55° Ablenkung bei	127 Cent.	entsprechendem	Rheostatenst.	
nach 5 M. Quell.	62,5	„	„ 85,2 „	„	„	
„ 10 „ „	64	„	„ 79 „	„	„	
„ 20 „ „	64	„	„ 79 „	„	„	
„ 30 „ „	63	„	„ 83 „	„	„	
„ 50 „ „	62	„	„ 88,3 „	„	„	

Berechnet man aus den gefundenen Rheostatenständen für die Nerven der gesunden Thiere die entsprechenden Widerstände, so ergibt sich nachstehende Reihe:

Bei Beginn des Versuches.	Nach 5 Minuten Quellung	nach 10 Minuten Quellung	Versuchs-Nummer.
4335589	4253755,9	3535869,03	Nerv I.
5187635,28	4335558,9	4196331,75	II.
5889344,4	4870195,44	5221050,0	III.
6943900	5563882,3		IV.
6037807	5329680	6514235	V.
5338000,881	5195988,338	5195988,338	VI.
5490013,424	4728182,314	4728182,314	VII.
4828426,462	6273612,929	5438245,029	VIII.
4828426,462	6515869,62	5947819,448	IX.
6682943,2	5830867,942	5663794,362	X.
6549284,336	6549284,336	6082870,6	XI.
4845133,82	5588611,251	4527694,02	XII.
6014648,88	5588611,251	5830867,942	XIII.
5012207,4	5012207,4	6139954,065	XIV.
3074153,872	4744889,672	4845133,82	XV.
6098185,67	5446598,708	5354708,24	XVI.

Nach 20 Minuten Quellung	nach 30 Minuten Quellung	nach 50 Minuten Quellung	Versuchs-Nummer.
5071198,39	6228470	7870760	Nerv I.
4536883,61	5126653,41	5126653,41	II.
5827368	6678632,8	7465080,4	III.
6004623,81	6940236,46	7478446,25	IV.
5831034	7031331,1	7723583,1	V.
5338000,881	6089831,991	5943632,608	VI.
5024737,919	5480013,424	6265259,25	VII.
5379869,276	6941907,249	7367944,878	VIII.
6273612,93	6808248,385	7058858,755	IX.
5989587,843	7025444,04	7267700,73	X.
6258297,85	6047228,23	7739683,6	XI.
6265259,25	7025444,04	7760567,791	XII.
6165015,102	6549284,331	8854899,74	XIII.
5438245,03	5780745,868	6281966,608	XIV.
6139954,065	6281966,608	7451481,668	XV.
5872636,337	6808248,385		XVI.

Setzt man für diese 16 Nerven die anfänglichen Widerstände = 100, so erhält man zur Vergleichung aller Versuche untereinander folgende Uebersicht:

Bei Beginn des Versuches.	nach 5 Min. Quell.	nach 10 Min. Quell.	nach 20 Min. Quell.	nach 30 Min. Quell.	nach 50 Min. Quell.	Versuchs-nummer.
100	98,12	81,55	116,96	143,65	181,54	Nerv I.
	83,57	80,89	87,45	98,82	98,82	II.
	82,69	88,65	98,94	113,4	126,7	III.
	80,12		86,47	99,94	107,6	IV.

Bei Beginn des Versuches.	nach 5 Min. Quell.	nach 10 Min. Quell.	nach 20 Min. Quell.	nach 30 Min. Quell.	nach 50 Min. Quell.	Versuchs-nummer.
100	88,27	107,8	96,57	116,4	127,9	Nerv V.
	97,34	97,34	100	114	111.3	VI.
	86,12	86,12	91,52	99,81	114,1	VII.
	129,9	112,6	111,4	143,7	152,6	VIII.
	134,9	123,1	129,9	141	146,2	IX.
	87,25	84,74	89,62	105,12	108,75	X.
	100	92,66	95,55	92,33	118,1	XI.
	113,3	93,44	129,3	145	160,1	XII.
	92,91	96,94	102,5	108,8	147,2	XIII.
	100	122,5	108,5	115,3	125,3	XIV.
	154,3	157,6	199,7	204,3	242,3	XV.
	89,31	87,80	96,3	111,6	—	XVI.

Zieht man die Mittel aus allen Versuchen, so sieht man den Leitungswiderstand in folgendem Procentverhältniss wachsen:

nach 5 Minuten um 1,1 %
nach 10 Minuten um 0,91 %
nach 20 Minuten um 8,8 %
nach 30 Minuten um 22,07 %
nach 50 Minuten um 37,9 %

Diese Veränderungen des Leitungswiderstandes sind die Folgen complicirterer Vorgänge, nämlich der Aenderungen des Querschnittes, welcher während der Quellung wächst, und der Auslaugung, welche ebenfalls zunimmt, wobei zugleich je mehr und mehr Wasser von dem bekannten hohen specifischen Leitungswiderstand eindringt.

Will man erfahren, wie sich der specifische Leitungswiderstand S der Nerven während der Quellung ändert, so muss man ausser den oben angeführten reducirten Widerständen R, welche das Nervenstück vertreten

können, auch die Dimensionen desselben für jedes Stadium der Quellung kennen.

Die Länge l war in allen Fällen genau gleich, nämlich 4,3 Millimeter.

Die Querschnitte p erhielten während der Quellung im Mittel folgende Werthe:

Bei Beginn des Versuches	0,3415	Millimeter
nach 5 Minuten Quellung	0,4733	„
„ 10 „ „	0,4926	„
„ 20 „ „	0,5245	„
„ 30 „ „	0,5428	„
„ 50 „ „	0,5830	„.

Die oben beobachteten reducirten Widerstände sind eine Function von specifischem Leitungswiderstand und Dimension des Nervenstückes, denn

$$R = \frac{l}{q} S;$$

daraus wird

$$S = R \frac{q}{l}$$

Hiernach berechnet sich der specifische Leitungswiderstand der Nerven

1) im frischen Zustande	446970000	Normaldraht Kupfer.
2) nach Quellung durch 5 Minuten	599267000	
3) „ „ „ 10 „	622490000	
4) „ „ „ 20 „	713460000	
5) „ „ „ 30 „	829780000	
6) „ „ „ 50 „	1006740000	

In 50 Minuten zeigt sich sonach der specifische Leitungswiderstand 2,2 mal grösser als bei den frischen Nerven, in welch letzterem Zustand derselbe bei dieser Versuchsreihe genau wieder so gefunden wurde, wie bei der in der I. Abhandlung mitgetheilten, obwohl dazwischen ein

Zeitraum von 1½ Jahren gelegen war und ausser dem Galvanometer durchaus andere Instrumente in Gebrauch genommen worden sind.

Um auf die Nerven der oben erwähnten kranken Thiere zurückzukommen, so boten die Leitungswiderstände R im Verlauf der Quellung nachstehende Zahlen:

	Bei Beginn	nach 5 Min. Quell.	nach 10 Min. Quell.	nach 20 Min. Quell.	nach 30 Min. Quell.	nach 50 Min. Quell.
I)	9439657,27	6783187,348	6474101,225	6599406,41	6933553,57	7518311,1
II)	10609172,33	7117334,508	6599406,41	6599406,41	6933553,57	7376298,557
im Mittel:	10024414,8	6950260,93	6536753,8	6599406,41	6933553,57	7447304,828

Die specifischen Leitungswiderstände in den einzelnen Momenten der Quellung verhielten sich wie folgt:

Bei Beginn	786941500
nach 5 Minuten Quellung	756310000
„ 10 „ „	740210000
„ 20 „ „	795605000
„ 30 „ „	865260000
„ 50 „ „	998096000

Bei den normalen Nerven nimmt der specifische Leitungswiderstand wenigstens von der 10ten Minute der Quellung an im Durchschnitt sehr stetig zu; da der direkte Leitungswiderstand R ebenfalls mit der Dauer der Quellung zunimmt, so folgt daraus, dass die Vergrösserung des specifischen Leitungswiderstandes nicht durch die gleichzeitige Vergrösserung des Nervenquerschnittes compensirt wird.

Alle hier vorkommenden Unterschiede sind aber zu klein, als dass sie auf das Maass des gesammten Leitungswiderstandes im Schliessungsbogen für die gewöhnlichen Grade der Reizbarkeit von erheblichem Einfluss seyn könnten.

Der Gesammtleitungswiderstand,

des G der oben entwickelten Formel setzt sich zusammen aus dem Widerstand im Rheostat (Rh) und im übrigen Nerv (N); die anderen Widerstände können als verschwindend klein dagegen vernachlässigt werden.

Mit zu Grundlegung der in der I. Abhandlung mitgetheilten durchschnittlichen Rheostatenstände, welche in den einzelnen Momenten der Quellung gefordert wurden, ergeben sich folgende Summanden:

Bei Beginn des Versuches	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 20 Min.	nach 30 Min.	nach 50 Min.	
5447231	5507120	5496770	5926010	6649390	7511690	N
767763360	481233312	384269760	293882400	210268800	236837	Rh.
773210591 G	486740432 G′	389766530 G″	299808410 G‴	216918190 G⁗	7748517 G′′′′′	

Berechnet man mittelst der jetzt gewonnenen Daten nach der oben entwickelten Formel

$$G' - \frac{qG}{q'}$$

die Veränderungen, welche während der Quellung die Reizbarkeit der Nerven erfährt, so ergibt sich folgende Reihe:

Meter Normalkupferdraht

für die ersten 5 Min. $G' = 486740432$, $\frac{qG}{q'} = 557831500$ — $R = -71091068$

für 10 Min. Quell. $G'' = 389766530$, $\frac{qG}{q'} = 536020000$ — $R' = -146253470$

für 20 Min. Quell. $G''' = 299808410$, $\frac{qG}{q'} = 503507000$ — $R'' = -203698590$

für 30 Min. Quell. $G'''' = 216918190$, $\frac{qG}{q'} = 486417000$ — $R''' = -269498810$

für 50 Min. Quell. $G'''''=7748527$ | Meter Normalkupferdraht
$\frac{qG}{q'}=452980000$ | $R'''''=-445231473$

Damit sind wir zu der geforderten Maassbestimmung der Reizbarkeit gekommen.

Es lässt sich dieselbe jetzt in Werthen des elektrischen Leitungswiderstandes ausdrücken, welcher innerhalb des Schliessungsbogens einer Kette zur Auslösung der Muskelkräfte erforderlich ist, wenn der Strom dieser Kette mit der oben bezeichneten Geschwindigkeit unterbrochen wird.

Die negativen Werthe R, R′ etc. geben an, wie viel Meter Draht aus dem Schliessungsbogen auf den einzelnen Stufen der Reizbarkeit während der Quellung ausgeschlossen werden müssen, um die dabei eingetretene Verminderung in der Beweglichkeit der Moleküle so weit zu compensiren, dass trotzdem stets wieder derselbe Effekt erzielt wird. Alle Ursachen, welche sonst die Verminderung der Widerstände verlangen, sind eliminirt, und der Rest R′ R″ etc. steht allein in Beziehung zu dieser Beweglichkeit, welche man eben Reizbarkeit zu nennen pflegt.

Man kann nun diese Grössen in Beziehung zu dem ursprünglichen Leitungswiderstand des frischen Nerven, oder zu dem ursprünglichen Gesammtleitungswiderstand in der Kette setzen, welchen die Reizbarkeit des frischen Nerven gestattet.

In ersterer Beziehung lässt sich sagen: Bei Beginn der Reizung dürfen im Mittel die Widerstände im gesammten Schliessungsbogen 151,9mal grösser sein als die im Nerven. Nachdem der Nerv 50 Minuten der Quellung ausgesetzt worden ist, dürfen sie nur 60,2mal grösser sein. Die Zahl ist abgeleitet aus $\frac{G - R''''}{N}$ der letzten Tabelle. Diese Zahlen verhalten sich wie 1 : 2,35. Diess ist das Maass der Vermin-

derung, welche die Nervenreizbarkeit nach 50 Minuten langer Quellung in Wasser von 15^0 und der bestimmten Geschwindigkeit des Stromwechsels innerhalb jener Periode, in welcher die Versuchsreihe angestellt wurde, im Durchschnitt erfährt.

Diese allmählich eintretende Verminderung der Reizbarkeit kann angesehen werden als eine wachsende Vergrösserung des Leitungswiderstandes in der Nervensubstanz, welche zur Erzielung je immer des gleichen Effektes verlangt, dass ein entsprechender Bruchtheil des Gesammtleitungswiderstandes entfernt werde.

Dem entsprechend gestalten sich die aus dem Gesammtschliessungsbogen im Verlauf der Quellung zu entfernenden Bruchtheile seines Widerstandes wie folgt:

nach 5 Minuten 0,092
nach 10 Minuten 0,19
nach 20 Minuten 0,26
nach 30 Minuten 0,38
nach 50 Minuten 0,57.

Die Werthe R, R′ etc. können statt in Meterdraht in Centimetern der Flüssigkeit ausgedrückt werden, mit welcher der Rheostat gefüllt wird. Ist diese Wasser, so wird

$R = 10$ Centimeter
$R' = 20{,}7$ Centimeter
$R'' = 28{,}8$ Centimeter
$R''' = 38{,}2$ Centimeter
$R'''' = 63$ Centimeter.

Nun war der mittlere Rheostatenstand, welcher für die Reizbarkeit der frischen Nerven gefordert war $= 107{,}6$.

Während der Quellung musste derselbe bei den Experimenten *im Winter* wegen der complicirten Wirkung von Aenderung der Querschnitte,

des Leitungswiderstandes *und* der Reizbarkeit so geändert werden, wie es in der Schrift von Birkner mitgetheilt ist.

Die Aenderung, welche durch die Reizbarkeitsverminderung *allein* bedingt ist, ergiebt sich aus der eben geführten Rechnung. Ich setze schliesslich beide Reihen nebeneinander und zwar folgen in der *ersten* Rubrik die bei dem Experiment unmittelbar gebotenen Rheostatenstände, in der *zweiten* diejenigen, welche allein auf Rechnung der Reizbarkeits-Verminderung kommen, und welche allein als Ausdruck der für die Berechnung brauchbaren Werthe der Reizbarkeit benützt werden dürfen, worauf am Schluss der I. Abhandlung bereits hingewiesen worden ist.

In der *dritten* Rubrik ist der anfängliche Rheostatenstand = 100 gesetzt.

	I.	II.	III.
Beginn des Versuches	107,5	107,5	100
nach 5 Minuten Quellung	65	97,5	90,7
nach 10 Minuten Quellung	50,7	86,8	80,7
nach 20 Minuten Quellung	40,3	78,7	73,2
nach 30 Minuten Quellung	29	69,3	64,4
nach 50 Minuten Quellung	0	44,5	41,4.

Nur wo Leitungswiderstand und Querschnitt an dem gereizten Nervenstück constant bleibt, bilden die Rheostatenstände einen direkten Index für die Reizbarkeit und ihres Wechsels; wo jene Grössen sich ändern, verlangen die beobachteten Rheostatenstände stets die hier auseinandergesetzte Reduction.

Schliesslich werde ich jetzt das Verfahren angeben, nach welchem man an ein und demselben Präparat die ganze Versuchsreihe durchführen kann und zwar mit fast gänzlicher Umgehung der Polarisation.

Man bedarf dazu nur eines bis jetzt noch nicht beschriebenen Apparates, in welchem die Platinschaufeln durch Eiweissmassen ersetzt sind.

Ein sogenanntes Stutzenglas A Fig. 7, Tab. I der *dritten* Abhandlung von 10 Cent. Höhe und 7,5 Cent. Durchmesser, dessen oberer Rand eben geschliffen ist, hat nahe demselben zwei einander gegenüberstehende Bohrlöcher von 2 Cent. Oeffnung; das eine Loch steht 5 Millim. höher als das andere. In diese sind zwei 3 Cent. lange Röhrenstücke von Glas BB' eingekittet, deren Innenfläche genau cylindrisch und matt geschliffen ist. In ihnen verschieben sich zwei andere im Knie gebogene, aussen ebenfalls matt geschliffene Glasröhren von 8 Cent. Länge und 0,8 Cent. Durchmesser CC'. Bei d und d' haben diese Kniestücke einen umgebogenen Rand, damit diese Oeffnung mit einem Stück Schweinsblase verschlossen werden kann. Die Röhren werden mit geschlagenem Eiweiss gefüllt und schliesslich die beiden Hollundermarkkeile DD' eingefügt, welche vorher so präparirt worden sind, wie diess oben pag. 38 beschrieben wurde. Ihre Befestigung im Innern der Röhre geschieht mit Stückchen Fliesspapier, welches bei gg fest rings um sie herum hineingestopft wird.

Auf dem Boden des Gefässes A befindet sich Wasser und nasses Fliesspapier; auf seinem abgeschliffenen Rand liegt der matte Glasteller TT, welcher in der Mitte durchbohrt ist. Auf dem Teller steht der Klotz, an dessen doppelt gekrümmten Stachel das Präparat Pr in der gewöhnlichen Weise angespiesst ist. Der Nerv N hängt zwischen den Kanten der Markkeile herab. Ueber das Präparat ist die Glasglocke gestürzt, in welcher sich angefeuchtetes Fliesspapier befindet.

Die mit Blase verschlossenen Oeffnungen der Eiweissgefüllten Röhren tauchen innerhalb der Kelchgläser kk' unter eine ganz concentrirte Kupfervitriollösung $\gamma\gamma'$, in welche gleichzeitig die Zuleitungsdrähte MM' mit ihren blanken, sonst ganz in Siegellack eingehüllten Enden eintauchen. Sie sind auch hier wie bei dem oben 37 beschriebenen Apparat zur Controlirung doppelt vorhanden. Von den Klemmen LL' aus führen die Drähte hh' zu dem Gyrotrog G der Fig. 2.

Für die gleiche Zeitdauer des primären Stromes verhalten sich die

Werthe der Polarisation bei dieser Einrichtung im Vergleich zu der, bei welcher die Nerven auf Platin liegen, wie 1 : 24.

Liegen die Nerven auf Kupferelektroden, so ist das Verhältniss unter den gleichen Umständen wie 1 : 5.

Wendet man Zinkplatten in Zinksalzlösung an, so ist die Polarisation auf das Minimum reducirt.

Die Methode des ganzen Versuches ist nun folgende. Zuerst wird die Combination IV an der Tastenwippe hergestellt. Das Präparat wird, nachdem die Glasröhren CC′ Fig. 7 etwas zurückgezogen sind, unter die Glocke gebracht, und dem herabhängenden Nerv sofort die Kanten der Hollundermarkkeile durch Verschiebung der Glasröhren CC′ bis zur Berührung nahe gebracht. Tauchen dann die Zuleitungsdrähte MM′ in die Metallsalzlösung ein, so wird das Uhrwerk in Gang gesetzt und der Rheostat bis zum Eintritt der ersten regelmässig isochronen Zuckungen verkürzt.

Ist dieses geschehen, so wird der Rheostatenstand notirt, auf der Tastenwippe die Combination IX hergestellt, vom Fernrohr aus die Krücke k′ (Fig. 2) niedergedrückt und der erste Ausschlag am Multiplicator beobachtet. Diess geschieht einigemale, um sich von der Richtigkeit der Ablesung zu überzeugen, ehe man den Ausschlagswinkel notirt.

Dann wird der Strom bei k′ wieder unterbrochen, und die Drähte MM′ (Fig. 7) kommen aus der Flüssigkeit; die Röhren CC′ werden zurückgeschoben, der Teller T mit dem Präparat abgehoben und auf den Apparat zur Messung des Nervenquerschnittes hinübergebracht, in dessen erweiterten Raum sich feuchtes Fliesspapier befindet. Seine Höhe ist so regulirt, dass die Verlängerung der Axe des Mikroskopes die Mitte der gereizten Nervenstelle trifft. Ist der eine Durchmesser aufgezeichnet, so

wird der Teller mit dem Präparat um 90° gedreht und der zweite Durchmesser bestimmt.

Nun kommt das Präparat aus der Glocke auf einen anderen durchbohrten Teller, welcher sich über einem grossen, mit Wasser gefüllten Gefäss befindet, so dass der Nerv in dieses herabhängt und bei bekannter Temperatur eine gemessene Zeit lang der Quellung ausgesetzt werden kann.

Inzwischen ist das Gefäss Fig. 7 A und der Messapparat wieder mit geschliffenen Glastellern zugedeckt, die Drähte MM Fig. 7 an ihren Enden blank gefeilt worden. Die Zeit für die Quellung des Nerv wird benützt den Widerstand aufzusuchen, welcher dem so eben beobachteten Ablenkungswinkel bei Anwendung der Combination IX entspricht.

Demgemäss wird diese Combination mit Combination VII der Tastenwippe vertauscht, und der Rheostat so weit regulirt bis die bleibende Ablenkung gleich jener ist, welche dem vorher bei Combination IX beobachteten ersten Ausschlag entspricht.

Ist die verlangte Zeit der Quellung abgelaufen, so wird der Nerv aus dem Wasser herausgehoben, und nachdem sein anderes Ende einen Moment mit trocknem Fliesspapier berührt worden, wieder zwischen die Kanten der Hollundermarkkeile im Apparat 7 eingeschaltet. Alle weiteren Akte des Versuches wiederholen sich von da an in derselben Reihenfolge wie vorher.

Ich theile schliesslich eine nach dieser Methode im Herbst angestellte Maassbestimmung mit.

Zeitangabe für die ganze Dauer der Quellung	Für die Messungen.	Rheostatenstand für die Reizung bei der Füllung des Rheostaten mit 1 Concent. Kupfervitriollösung auf 500 Wasser.	Durchmesser des Nerv in Theilräumen des Mikrometer.	Ablenkung der Nadel bei Combination IX; erster Ausschlag.	Rheostatenstand für die gleiche Ablenkung bei Combination VII
0	9 Min.	139 Cent.	50,5 a 50,5 b	9°	60,5 Cent. Füllung 1 auf 500 Wasser.
5 Min.	9 Min.	61 Cent.	56 a 56 b	14,3°	152 Cent. Füllung 1 auf 62,5 Wasser.
10 Min.	9 Min.	38,5 Cent.	58,5 a 58,5 b	17°	119 Cent.
20 Min.	8,5 Min.	12 Cent.	61 a 61 b	21,4°	92,1 Cent.
30 Min.	8 Min.	4 Cent.	61 a 61,3 b	23,5°	81,2 Cent.
50 Min.	10 Min.	0 Cent.	62 a 62 b	30,6°	20 Cent.

Hieraus berechnen sich die einzelnen Factoren der oben aufgestellten Formel für die Maassbestimmung der Reizbarkeit wie folgt:

Zeit der Quellung nach Millim.	π a b in Millim.	$\frac{q}{q'}$	G und G' etc.	$\frac{q}{q'}$ G	$R = G' - \frac{q}{q'} G$ in Meter Normalkupferdraht.
0	0,32054		G' = 133946084		
5	0,39417	0,8132	G' = 60335102	108928000	— 48592898 = R
10	0,422025	0,75939	G'' = 47279455	101721000	— 54441545 = R'
20	0,46747	0,68566	G''' = 36637124	91843000	— 55205876 = R''
30	0,4701	0,68178	G'''' = 32324804	91325100	— 59000296 = R'''
50	0,48319	0,66342	G''''' = 8498351	88866000	— 80367649 = R''''

Die Werthe von R R' entsprechen folgenden Flüssigkeitshöhen der bei der Reizung angewendeten Rheostatenfüllung:

$$R = 21,9$$
$$R' = 24,5$$
$$R'' = 24,9$$
$$R''' = 26,7$$
$$R'''' = 36,3.$$

Darnach werden die reducirten Rheostatenablesungen, welche ausschliesslich durch die Veränderungen der Reizbarkeit in Folge der Quellung gefordert sind:

anfänglich 139 Centimeter
nach 5 Minuten Quellung 117,1 Centimeter
nach 10 Minuten Quellung 114,5 Centimeter
nach 20 Minuten Quellung 114,1 Centimeter
nach 30 Minuten Quellung 112,3 Centimeter
nach 50 Minuten Quellung 102,7 Centimeter.

Setzt man auch hier wieder diese Grössen, um welche der Gesammtleitungswiderstand des Schliessungsbogens in Folge der abnehmenden Reizbarkeit verkleinert werden muss, in Relation zu dem vor der Quellung geforderten Widerstand (G), so sind die aus dem Gesammtschliessungsbogen im Verlauf der Quellung zu entfernenden Bruchtheile eben dieses Widerstandes:

nach 5 Minuten Quellung 0,37
nach 10 Minuten Quellung 0,40
nach 20 Minuten Quellung 0,41
nach 30 Minuten Quellung 0,44
nach 50 Minuten Quellung 0,6.

Obwohl in diesem individuellen Fall besonders in der ersten Zeit der Quellung Abweichungen von den Mittelwerthen vorkommen, wie sie

aus den oben angeführten Beobachtungen an Winterfröschen gewonnen wurden, so stimmen doch auch wichtige Punkte hier damit überein. Wir sehen in diesem einzelnen Fall die anfängliche Reizbarkeit viel geringer; denn der Gesammtleitungswiderstand im Schliessungsbogen darf nur 24mal grösser sein als der im gereizten Nervenstück, während er bei den Winterfröschen im Mittel 142mal grösser sein durfte. Nach 50 Minuten Quellung in Wasser durfte er nicht mehr grösser sein als 8mal. Diese Zahlen verhalten sich aber wie 1 : 3; und für dasselbe Verhältniss fanden wir oben aus den Durschnittswerthen die Zahlen 1 : 2,35.

Ebenso zeigte sich bei den Reihen, aus welchen die Mittel gezogen wurden, als Bruchtheil des anfänglichen Gesammtschliessungsbogens, welcher nach 50 Minuten Quellung entfernt sein musste, der Werth 057, in diesem individuellen Fall 0,6.

Es liegt in der Natur der Sache, dass man bei der Aufstellung der meisten physiologischen Gesetze auf die Bezeichnung der grösseren Wahrscheinlichkeit für den individuellen Fall beschränkt ist, und unter diesem Vorbehalt möchte ich auch am Schlusse das Gesetz der Verminderung der Reizbarkeit durch die Quellung mit besonderer Rücksicht auf die oben gefundenen Mittelwerthe also formuliren:

„Die Reizbarkeit der Nerven des galvanischen Froschpräparates, nicht des lebenden Thieres, was eine besondere Untersuchung erheischt, sinkt unter dem Einfluss der fortschreitenden Wasseraufnahme in einer Temperatur von 16 — 17° *Celsius innerhalb* 50 *Minuten um das Zwei- bis Dreifache, und zwar scheint dieses Sinken in einer nahezu arithmetischen Progression vor sich zu gehen, wie ihr specifischer Leitungswiderstand ebenfalls mit der Zeit der Quellung in arithmetischer Progression anwächst.“*

Da laut Sitzungsbericht vom 13. Nov. 1858 (Gelehrte Anzeigen 1858 Nr. 27) die voranstehende III. und IV. Abhandlung schon vor zwei Jahren dem Druck übergeben wurde, welcher sich in Folge äusserer Umstände bis jetzt verzögert hat, so wird man es erklärlich finden, wie darin der so folgeschweren Entdeckung du Bois Reymond's keiner Erwähnung geschehen ist. Die merkwürdige Thatsache nämlich, welche er gefunden hat, besteht darin, dass amalgamirtes Zink mit schwefelsaurer Zinklösung zum Schluss einer galvanischen Kette verwendet, so gut wie jede Polarisation ausschliesst. Dadurch ist ein Mittel gegeben die Reizapplication sehr zu vereinfachen. Ich benütze jetzt Zinkdrähte, deren Enden schaufelartig breit geschlagen und sehr gut amalgamirt sind. Um diese wird ein schmaler Streifen in schwefelsaurer Zinklösung getränkten Fliesspapiers 2mal gewickelt, und darüber kommt eine thierische Membran, welche Eierklar imbibirt hat, das aus dem Schnee desselben sich gesammelt hat. Diese Elektroden ersetzen die Pflüger'schen „nicht polarisirbaren Elektroden" vollkommen, und bieten nur sehr kleinen Widerstand.

Damit ist für den messenden Reizversuch schon ein sehr grosser Vortheil gewonnen. Weniger lässt sich damit jedoch für das Messinstrument, den Rheostat selbst gewinnen. Construirt man auch Apparate mit Zinkdrähten, so entspringt wegen der grossen Verdünnung der Zinklösung, welche oft mit destillirtem Wasser vertauscht werden muss, daraus kein grosser Vortheil. Die Polarisation im Rheostaten lässt sich also nie ganz beseitigen. Die Durchmesser der Glasröhren sind schon so sehr als möglich reducirt, wesshalb die Zinklösung immer nur in sehr grosser Verdünnung angewendet werden kann.

Indem ich die fortlaufende Reihe von Untersuchungen über „molekuläre Vorgänge in den Nerven" an diesem Orte abbreche, ersuche ich den geneigten Leser meine Untersuchungen über die funktionelle Bedeutsamkeit der Nervenhüllen, über die Muskelkrämpfe bei der Ver-

trocknung der Nerven, über den Einfluss der Temperatur und Temperaturschwankungen auf die motorischen Nerven, in Henle und Pfeufers Archiv, sodann meine Mittheilung über den Einfluss der Länge eines gereizten Nervenstückes in den Gelehrten Anzeigen, und „die neurophysiologischen Forschungen“ in der Monatsschrift des wissenschaftlichen Vereines in Zürich 1860 als anderwärts veröffentlichte Fortsetzungen dieses Cyclus zu betrachten.

Mein von Anfang an gefasster Plan war: die formellen Bedingungen des Reizbarkeitgrades der Nerven unter möglichst vielen Umständen quantitativ zu analysiren. Nach dem, was durch Andere mittlerweile gleichzeitig auf diesem Gebiet gearbeitet worden, dürfte dieser Kreis von Untersuchungen vorläufig als ziemlich erschöpft betrachtet werden. Das Interesse der Forschung richtet sich jetzt auf die *inneren Ursachen* der Reizbarkeit, zu deren Erklärung einfache, mechanische Molekular-Hypothesen nicht mehr ausreichen. Die Bedeutung des chemischen Processes in seiner Rückwirkung auf die jeweiligen physikalischen Eigenschaften ist es, welche jetzt besonders in den Vordergrund tritt, und sich bei dem leichter zugänglichen Object, der Muskelsubstanz, zuerst geltend gemacht hat. Kühne's Arbeiten und meine eigenen auf diesem Gebiet, zu welchen ich ganz unwillkührlich von der Untersuchung der Nerven aus getrieben wurde, werden sich zunächst jetzt auf die chemischen Untersuchungen der Nervensubstanz ausdehnen müssen, wozu bereits auch der Anfang gemacht ist, und es steht zu erwarten, dass wir das primum movens bei der Muskel- und Nerventhätigkeit in nicht sehr ferner Zeit von den consecutiven Erscheinungen an ihnen werden trennen und damit eine jetzt nothwendig gewordene, neue Basis für die ferneren Untersuchungen gewinnen können.



Neue Beiträge zur Kenntniss der urweltlichen Fauna des lithographischen Schiefers

von

Dr. A. Wagner,
Mitglied der k. Akademie der Wissenschaften.

Zweite Abtheilung:

Schildkröten und Saurier.

Mit 5 Tafeln Abbildungen.

Schildkröten und Saurier aus dem lithographischen Schiefer.

Von

Dr. A. Wagner.

Schon vor zwei Jahren habe ich in der zweiten Abtheilung des achten Bandes unserer akademischen Abhandlungen mit neuen Beiträgen zur Kenntniss der fossilen Amphibien aus dem lithographischen Schiefer, und zwar zunächst der Saurier, begonnen. Diese Beiträge setze ich hiemit fort, indem ich diessmal sieben Formen, von denen vier zu den Schildkröten und drei zu den Sauriern gehören, vorführe. Sie sind entweder ganz neu oder doch geeignet, wichtige Beiträge zu ihrer genaueren und vollständigeren Kenntniss zu liefern.

I. Eurysternum crassipes Wagn.

Eurysternum crassipes. Wagn. Münchn. gel. Anzeig. XLIX (1859) S. 553. — *Palaeomedusa Testa. H. v. Meyer,* Reptil. aus dem lith. Schiefer. 1860 S. 136 tab. 20 fig. 1.

Es ist ein und dasselbe Exemplar aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim und im Besitz des Herrn Dr. Oberndorfer, von welchem hier die Rede ist. Ich habe dasselbe schon in der Sitzung der k. Akademie dahier vom 19. November 1859 unter dem Namen Eurysternum crassipes als eine neue Art angekündigt, ohne indess die damals gegebene Charakteristik zu publiciren. Im Februar dieses Jahres ist mir nun

auch die Beschreibung und Abbildung dieses Exemplares von *H. v. Meyer* zugekommen, der ihm den Namen Palaeomedusa Testa beilegte. Eine neue Abbildung ist daher jetzt unnöthig, wohl aber muss ich meine schon früher abgefasste Beschreibung beibringen, weil ich hinsichtlich der Deutung dieser Schildkröte zu einem andern Resultate als H. v. Meyer gelangt bin, indem ich in ihr nicht eine neue Gattung, sondern nur eine neue Art von Eurysternum sehe und überdiess der Meinung bin, dass auch Acichelys mit dieser Gattung identisch sei.

Um mit der Schilderung des Rückenpanzers zu beginnen, so fällt an demselben gleich die völlige Flachheit auf, die längs der Mitte, statt einer Wölbung, sogar eine schwache Einsenkung wahrnehmen lässt. Wenn nun auch nicht zu bezweifeln ist, dass diese auffallende Verflachung zunächst Folge eines grossen Druckes ist, so geht doch daraus bestimmt hervor, dass die Rückenschale jedenfalls ursprünglich nur eine sehr geringe Wölbung gehabt haben konnte. Was die Form derselben anbelangt, so erweitert sich der Panzer in seinem Verlauf nach hinten anfänglich ziemlich schnell, dann langsamer, bis er am Hinterrande des dritten Seitenschildes plötzlich einwärts sich biegt; gleich dahinter ist er abgebrochen. Die Mitte des Vorderrandes ist seicht ausgeschnitten.

Die Form der abgefallenen Hornschilder lässt sich aus den starken Grenzfurchen, die sie auf der Schale verursachten, leicht erkennen und ihre Umrisse sind aus der Meyer'schen Abbildung zu entnehmen. Sowohl von den Mittelschildern als den Seitenschildern liegen nur die drei vordern ganz, vom vierten aber bloss das Anfangsstück vor. Alle Schilder sind vollständig glatt und die mittlern mehr als doppelt so breit als die seitlichen. Die Randplatten sind länglich vierseitig und auf ihrer Aussenseite ganz glatt, ohne alle Einkerbung und Winkelvorsprung, doch zeigen einige noch Spuren eines auf der Oberfläche verlaufenden Längskieles. Die Nackenplatte ist vorn ausgerandet und an beiden Seiten er-

weitert. Die Wirbelplatten sind länglich und schmal und haben dadurch die meiste Aehnlichkeit mit denen der Meeres-Schildkröten. Von den Rippenplatten sind noch die fünf ersten vorhanden, deren lange Ränder ziemlich parallel miteinander verlaufen. Die Nackenplatte und die erste Rippenplatte stossen unmittelbar mit den Randplatten zusammen; bei den folgenden sieht man jedoch nur die Rippenspitzen in eine Einkerbung der Randplatten eingreifen, wobei es, da an diesen Rippenplatten der äussere Rand abgebrochen ist, ungewiss bleibt, ob sie im vollständigen Zustande nicht doch bis an die Randplatten sich erstreckt haben könnten, oder ob zwischen den Rippenspitzen ein freier, wenn auch sehr schmaler, Zwischenraum bestanden haben dürfte.

Die inneren Begrenzungslinien der Randplatten haben sich nur an der ersten deutlich erhalten und zwar auf den beiden Seitentheilen des Panzers. Diese erste Randplatte stellt ein unregelmässiges Dreieck vor, dessen Basis die äussere Grenzlinie derselben bildet und dessen stumpfe Spitze weit in das erste Seitenfeld hineinragt und dadurch zugleich die Naht zwischen der Nacken- und ersten Rippenplatte abschneidet. Schon an der zweiten und dritten Randplatte sind die inneren Grenzlinien nicht mehr scharf angezeigt; man sieht zwar noch über der zweiten Platte eine innere Linie in der Richtung der innern Grenzlinie der ersten Platte sich fortziehen und sie wird wohl die Scheidegrenze zwischen der zweiten Randplatte und der ersten Rippenplatte bezeichnen, allein ihren weiteren Verlauf getraue ich mir nicht anzugeben, da kleine Brüche in der Schale eine solche Angabe unsicher machen. Indess genügt schon das Wenige, was man mit Sicherheit über die innere Begrenzung der Randplatten aussagen kann, um sich davon zu überzeugen, dass letztere in ihrer Erstreckung nach innen noch einen Theil der Seitenfelder der ehemaligen Hornbedeckung in Anspruch nehmen.

Zwischen der Naht der vierten und fünften Rippenplatte ist durch Druck eine Spalte entstanden, welche ein Stück des Bauchschildes

sehen lässt, vollkommen ausreichend, um aus seinen Zacken am Aussenrande eine ähnliche Bildung wie bei den Meeresschildkröten erkennen zu lassen, bei welchen das zweite und dritte Plattenpaar am äussern Rande Zacken aussendet. An unserem Exemplare zeigen sich zwei vordere Zacken von der dritten Platte der rechten Seite.

Der Schädel hat seine Oberseite aufzuweisen und gibt durch seine breite Form und die höchst beträchtliche Ausdehnung des Daches, welches sich zwischen den Augenhöhlen und den hintern seitlichen Schädelwänden gewölbartig ausbreitet, sogleich seine grosse Verschiedenheit von den Landschildkröten und unsern gewöhnlichen Emyden zu erkennen. In dieser Beziehung nähert er sich sehr den Meeresschildkröten (Chelonia) an, unterscheidet sich aber von diesen auffallend schon durch die geringe Grösse der Augenhöhlen, welche bei letzteren mehr als doppelt so gross sind. Am allermeisten kommt der Schädel von Podocnemis mit dem fossilen überein; von ersterem unterscheidet er sich im Wesentlichen dadurch, dass die Zitzenbeine hinten in einen langen Stachel ausgezogen sind [1]), was bei Podocnemis nicht der Fall ist, und dass die Gegend zwischen den Augenhöhlen nicht, wie bei letzterer, ausgehöhlt, sondern gewölbt ist. Hinsichtlich des stachelförmigen Fortsatzes der Zitzenbeine erinnert zwar der fossile Schädel an Trionyx, aber in allen andern Stücken weichen beide von einander gänzlich ab.

Von Wirbeln liegen die eigentlichen sieben Halswirbel vor, die sich durch ihre Kürze und Breite eben so sehr von denen der Land- und Flussschildkröten entfernen, als sie sich in dieser Beziehung nahe an die der Meerschildkröten anschliessen. Die Aehnlichkeit dieser Wir-

---

1) *Meyer* vermuthet, dass diese stachelförmigen Fortsätze Zungenbeinhörner sein möchten; obgleich mir diess nicht wahrscheinlich zu sein scheint, so gestehe ich doch gerne, dass ich auch meine Deutung nicht verbürgen kann.

bel mit denen von Chelonia Midas ist so gross, dass, wenn sie isolirt gefunden worden wären, ich sie unbedenklich einer Meerschildkröte zuerkannt hätte.

Von den Vordergliedmassen sind die der rechten Seite fast vollständig aufbewahrt und machen sich durch ihre Kürze wie durch ihre plumpen Formen auffallend bemerklich. Der Oberarmknochen ragt nur mit seiner vordern Hälfte aus dem Panzer hervor und ist an seinem Ende sehr stark angeschwollen; seine Contur ist übrigens etwas beschädigt. Die beiden Vorderarmknochen sind platt, stossen an beiden Enden mit einander zusammen, und lassen längs der Mitte eine merkliche Lücke zwischen sich; die Speiche ragt mit ihrem vordern Ende weiter herab als die Ulna, dagegen ist diese an demselben merklich breiter. Die Handwurzel ist ziemlich stark entwickelt. Zuerst sieht man in der ersten Reihe nebeneinander zwei ziemlich grosse Knöchelchen, die mit der Ulna in Verbindung stehen; weiter nach innen, aber in gleicher Reihe, das Erbsenbein. Die zweite Reihe besteht aus 5 Knöchelchen, welche die Mittelhandknochen tragen. Auch das bei den Schildkröten gewöhnliche Zwischenknöchelchen zwischen beiden Reihen scheint nicht zu fehlen; wenigstens sieht man die Spur desselben unterhalb den beiden Beinchen der ersten Reihe. Die Mittelhand ist kurz und breit. Am auffallendsten gilt diess von ihrem ersten Knochen; schmäler und länger wird schon der zweite, noch mehr der dritte und vierte, und am schlankesten ist der fünfte Mittelhandknochen. Auffallend plump sind die fünf Finger gebildet, indem ihre Phalangen sehr kurz und breit sind; der Daumen hat zwei, die übrigen Finger drei Phalangen. Der längste Finger ist nicht der mittlere, sondern der vierte.

Es mag genügen, noch einige der wichtigsten Maasse anzuführen.

Länge des Rückenpanzers bis zum Hinterrande des dritten Mittelschildes	6″ 2‴
Grösste Breite der rechten Panzerhälfte	6″ 0‴

Länge des Schädels bis zum Ende des Hinterhauptstachels	2″	5‴
Grösste Breite desselben	1″	9‴
Länge der Ulna	1″	6‴
„ der Speiche	1″	11‴
„ des dritten Mittelhandknochens	1″	9½‴
„ der drei Phalangen desselben	1″	½‴

Es erübrigt nur noch, die systematische Stellung dieser Schildkröte zu den lebenden und ausgestorbenen Gattungen zu ermitteln. Dass sie von den lebenden Land- und Meerschildkröten wesentlich verschieden ist, gibt schon die Beschaffenheit der Hand zu erkennen, die weder so stummelhaft verkürzt, wie bei ersteren, noch so übermässig verlängert ist als bei letzteren. Wir haben demnach ihre nächsten Verwandten unter den Süsswasser-Schildkröten zu suchen. Unter diesen ist schon vorhin auf die Aehnlichkeit des Schädels mit dem von Podocnemis aufmerksam gemacht worden, allein die Verkürzung der Hand bei dem fossilen Exemplare, ferner die ganze Zusammensetzung seines Rückenpanzers und hauptsächlich die Beschaffenheit des Bauchschildes, an dessen drittem Plattenpaare Zackenausstrahlungen erkannt worden sind, machen jede weitere Vergleichung unzulässig. Bezüglich letzteren Merkmales könnte man zwar auch an Trionyx und Chelydra denken, aber schon die Beschaffenheit des Rückenschildes genügt, um jede weitere Analogie auszuschliessen. Ueberhaupt wüsste ich unter den lebenden Gattungen keine, bei der unsere fossile Schildkröte einzureihen wäre. Wir werden daher auf die ausgestorbenen Gattungen hingewiesen und auch unter diesen können nur drei: Idiochelys, Eurysternum und Acichelys in Betracht kommen.

An die, ebenfalls bei Kelheim aufgefundene Gattung Idiochelys wird man zunächst erinnert durch die Verflachung des Rückenschildes und die Zacken des einen Flügels vom Bauchschilde. Indess genügen

schon zwei Punkte, um zwischen Idiochelys [1]) und der neuen Form die generische Verschiedenheit festzustellen. Bei unserem neuen Exemplare nämlich bilden die Wirbelplatten eine durch das ganze Rückenschild fortlaufende Reihe, welche die Rippenplatten der beiden Seiten vollständig auseinander hält; bei Idiochelys dagegen sind von jenen nur im vordersten Theile des Panzers Spuren vorhanden und weiterhin verschwinden sie, so dass die Rippenplatten der beiden Seiten dann unmittelbar zusammen stossen. Ferner lässt sich aus den relativ längeren und feineren Formen der Mittelfussknochen und Phalangen der Zehen bei den bisher beschriebenen Vorlagen von Idiochelys schliessen, dass auch die Finger der Hand eine schlankere Form als bei dem vorliegenden Exemplare hatten.

---

1) Bisher kannte man von Idiochelys nur die hintere Hälfte des Körpers und zwar grösstentheils bloss von der Rückenseite. Nach einem Exemplare, das ich bloss aus einer Zeichnung kenne und nach der Contur seines Rückenschildes nur für Idiochelys halten kann, bin ich in den Stand gesetzt, zur Vervollständigung unserer Kenntniss von dieser Gattung beizutragen. Dieses Individuum ist etwas kleiner als die beiden hier aufbewahrten; der Panzer ist 4″ 4‴ lang, 3″ 10″ breit, und der frei aus demselben vorragende Schwanztheil misst gegen 3″. Das Thier liegt auf dem Rücken und zeigt die Bauchseite auf. Der Umriss der Schale ist breit oval, vorn ebenfalls abgestumpft. Die vordern Gliedmassen sind ganz vom Typus der Emyden, nämlich fast von gleicher Länge mit den hintern; die Finger von ähnlicher feiner Form wie die Zehen. Das Bauchschild ist ziemlich vollständig erhalten und stimmt in allen wesentlichen Stücken mit dem der Chelydra überein. Es ist also kreuzförmig und die vier Plattenpaare stossen gegenseitig unmittelbar miteinander zusammen und lassen demnach längs der Mitte des Panzers keine Lücke zwischen sich, wie diess bei den Meerschildkröten der Fall ist. Eben so lassen die an ihren Enden ausgezackten Seitenflügel des zweiten und dritten Plattenpaares nicht, wie bei letzteren, eine Lücke zwischen sich, sondern stossen wie bei Chelydra unmittelbar miteinander zusammen. — Die Bildung des Bauchschildes wie die der vordern Gliedmassen beweist demnach, dass Idiochelys ntcht, wie *Pictet* meinte, den Meerschildkröten, sondern den Süsswasser-Schildkröten angehört.

Weit nähere Verwandtschaft mit letzterem zeigt Eurysternum Wagleri Münst. von Solenhofen, das von H. v. Meyer, jedoch nur nach einer Zeichnung, beschrieben wurde; ich halte mich bei meiner Vergleichung an das Original-Exemplar. Von letzterem sind allerdings Panzer, Schädel und die Vorder- und Hinterglieder vorhanden, aber die beiden ersteren sind mit ihrer Oberseite ins Gestein eingesenkt, so dass vom Schädel nur der Unterkiefer und vom Rückenschilde nur die innere Fläche sichtbar ist; überdiess letztere von den ganz zertrümmerten und unkenntlich gewordenen Platten des Bauchschildes überdeckt. Auch die Halswirbel sind dermassen beschädigt, dass sich über sie nichts aussagen lässt. So bleibt denn von diesem Eurysternum Wagleri nur die Contur des Rückenpanzers und die vordere Extremität übrig, um in Vergleich mit dem vorliegenden Exemplare gebracht zu werden. Da ergibt sich nun in diesen beiden Stücken eine grosse Uebereinstimmung zwischen den zwei genannten Schildkröten. Bei E. Wagleri wie bei dem neuen Exemplare erweitert sich nämlich der mässig breite Vorderrand des Rückenpanzers ziemlich schnell nach aussen und biegt sich dann, hinter der Rückenmitte, mit einer Ecke plötzlich einwärts. Eben so ist bei beiden Individuen der Vorderrand in gleicher Weise ausgeschnitten. Ferner sind bei E. Wagleri die Finger der Hand verhältnissmässig eben so verkürzt, wie bei dem neuen Exemplare.[1]) In diesem Punkte weicht letzteres in gleicher Weise wie E. Wagleri von allen übrigen Gattungen

---

1) Ich muss hier bemerklich machen, dass an der Vorderhand von E. Wagleri nur der zweite Finger noch (ausser dem Mittelhandknochen) zwei Phalangen aufbewahrt hat, aber auch von der zweiten ist bereits der Vordertheil abgebrochen. Der Mittelhandknochen dieses Fingers ist etwas über 4''', die erste Phalanx 3''' lang. Trotz der Kürze dieser Knochen ist also doch ihre Länge weit beträchtlicher als bei den Landschildkröten, deren Finger ohnediess nur zwei Phalangen haben, während die Vorderhand von E. Wagleri, nach Analogie der mit drei Phalangen versehenen Zehen, an den Fingern (abgesehen vom Daumen) ohne allen Zweifel drei Phalangen trägt.

aus dem lithographischen Schiefer entschieden ab. Obwohl ich dermalen ausser Stande bin, zwischen beiden Exemplaren mehr Coincidenzpunkte aufzufinden — andere werden gleich nachher nach andern Platten noch beigefügt werden — so erscheinen mir doch schon selbige so erheblich, dass ich keinen Missgriff zu machen besorge, wenn ich das neue Exemplar ebenfalls an die Gattung Eurysternum verweise, obgleich als eine von E. Wagleri verschiedene Art. Als different gibt sich die neue Species zu erkennen nicht bloss durch ansehnlichere Grösse, sondern hauptsächlich durch ein verhältnissmässig breiteres, nach vorn an den Seiten etwas mehr bogenförmig sich verschmälerndes Rückenschild und weit plumpere Formen der sämmtlichen Knochen der Mittelhand und der Finger, wonach ich ihm auch den Namen Eurysternum crassipes beigelegt habe.

Mit der Verweisung des neuen Exemplares an die Gattung Eurysternum erscheint daher der neue Gattungsname Palaeomedusa nicht mehr nothwendig. Auch wäre durch diese Anordnung eigentlich schon von selbst jede weitere Vergleichung mit Acichelys abgeschnitten, wenn ich nicht auf eine solche desshalb einzugehen hätte, um zu zeigen, dass beide Gattungen identisch sind.

Die Gattung Acichelys hatte *H. v. Meyer*[1]) nach einigen Rückenpanzern, die er von Herrn Dr. Oberndorfer in Kelheim erhielt, aufgestellt. Als wichtigste Merkmale gibt er an, dass das hintere Ende des Rückenpanzers stark zugespitzt ist, die Rippen- und Randplatten keinen freien Raum zwischen sich lassen, die Wirbelplatten lang und schmal sind und die Rippenplatten nach innen gerade enden, nach aussen aber abwechselnd schmäler und breiter werden. Mit diesen Resten von Kelheim verband Meyer einen andern von Solenhofen, über den er

1) Jahrb. f. Mineral. 1854 S. 579.

schon früher einige Notizen mitgetheilt hatte.[1]) Von diesem letzteren Rückenpanzer macht er ebenfalls bemerklich, dass die Rippenplatten in ihrer Breite nach dem Rande hin wechseln und zwar in der Weise, dass die ungeradzahligen breiter, die geradzahligen schmäler werden, und diess nicht allmählig, sondern plötzlich. Sämmtliche Exemplare fasste er unter dem Namen Acichelys Redenbacheri zusammen, machte jedoch dabei aufmerksam, dass diese neue Form manche typische Aehnlichkeit mit Eurysternum Wagleri besitze, dass aber, so lange als letzteres nicht nach dem Original genauer geschildert sei, das Verhalten von Acichelys zu Eurysternum nicht ermittelt werden könne.

Abbildungen und ausführliche Beschreibungen von allen ihm zu Gesichte gekommenen Exemplaren von Acichelys brachte H. v. Meyer erst neuerdings bei in seinem vortrefflichen Werke: „die Reptilien aus dem lithographischen Schiefer", wo er ihnen die Tafeln 18 bis 21 hauptsächlich widmete. Als das Hauptexemplar darunter erscheint das auf Tab. 21 Fig. 4 und 5 abgebildete, das im Besitze des Herrn Dr. Redenbacher ist und von Solenhofen herstammt. Vergleicht man diese Abbildungen mit der von E. crassipes (Palaeomedusa Testa), so wird man, einzelne individuelle Abweichungen abgerechnet, auf der Stelle eine überraschende Uebereinstimmung beider Exemplare miteinander wahrnehmen. Nur eine einzige Differenz und zwar eine solche, auf die Meyer hauptsächlich seine Gattung Acichelys begründet, besteht darin, dass bei Fig. 4 und 5 die Rippenplatten gegen den Rand abwechselnd plötzlich breiter und schmäler werden, während sie bei E. crassipes in gleicher Breite, d. h. mit fast parallelen Seitenrändern verlaufen. Da bei letzterem die Nähte auf's deutlichste erhalten sind, so muss ihr Verlauf als fester Anhaltspunkt bei Vergleichung mit andern Exemplaren dienen.

---

1) Ebenda 1843 S. 585.

Was schon gleich von vorn herein in der Abbildung, welche Meyer auf Tab. 21 Fig. 4 und 5 von Acichelys vorlegt, auffallen muss, ist die Unregelmässigkeit, mit welcher sich die Rippenplatten gegen den Aussenrand hin erweitern oder verschmälern. Nicht einmal die alternirenden haben unter sich gleiche Form; die fünfte Rippenplatte erweitert sich bloss einseitig nach unten, nicht nach oben; die sechste ist wenigstens nicht symmetrisch geformt. Eine solche Gesetzlosigkeit in der Form der Rippenplatten ist aber bei keiner andern lebenden oder fossilen Schildkröte bekannt. Bei allen Meer- und Flussschildkröten verlaufen die Ränder dieser Platten miteinander parallel mit unerheblichen kleinen Abweichungen, so dass dadurch die Platten an den Seitentheilen des Panzers fast Parallelogramme bilden. Von dieser Regel machen nur die Landschildkröten eine Ausnahme, indem bei ihnen die Rippenplatten gegen den Rand hin alternirend sich erweitern und verschmälern. Aber dieser Wechsel in der Breite der Platten ist durchaus verschieden von dem, wie er auf den citirten Abbildungen von Acichelys zu sehen ist. Hier erscheint er als an gar keine Regel gebunden und hält sich nicht einmal an das Gesetz der Symmetrie; die Erweiterungen und Verschmälerungen erfolgen urplötzlich und treten sogar einseitig auf. Ganz anders ist diess bei den Landschildkröten: die Erweiterungen der Rippenplatten wie ihre alternirend eintretenden Verschmälerungen geschehen allmählig und gestalten sich auf beiden Seiten symmetrisch, so dass dadurch die Platten als gleichschenkelige Dreiecke mit stark abgestumpfter Spitze erscheinen.

Noch ist an ein anderes Gesetz, welches ohne Ausnahme in der Construction des Rückenschildes der Schildkröten auftritt, zu erinnern. Die langen seitlichen Ränder der Rippenplatten nämlich verlaufen zwar in gleicher Richtung mit denen der Randplatten, halten aber nicht eine und dieselbe Linie ein, sondern alterniren miteinander, so dass jeder seitliche Rand einer Rippenplatte von dem innern Rande der entspre-

chenden Randplatte abgeschnitten wird und umgekehrt. Nimmt man daher auf einem Rückenschilde, dessen Oberfläche nicht gut erhalten ist, eine plötzliche Ablenkung der Naht einer Rippenplatte gegen den Aussenrand hin wahr, so ist diess ein Zeichen, dass die Aenderung in der Richtung nicht mehr von der Rippennaht, sondern von einer Naht der Randplatte oder noch früher von dem Eindrucke eines benachbarten Schildes der Hornbedeckung veranlasst ist.

Wende ich das eben Gesagte auf Meyer's Fig. 4 und 5 (Tab. 21) an, so ist es freilich für mich ein Uebelstand, dass ich das Original nicht aus Selbstansicht, sondern nur aus Abbildungen kenne. Indess wenn man bedenkt, dass die angegebenen Abweichungen in der Form der Rippenplatten, wie sie auf jenen Zeichnungen von Acichelys dargestellt sind, nicht bloss denen des sonst so nah verwandten E. crassipes widersprechen, sondern sich überdiess mit dem allgemeinen Typus, nach welchem der Rückenpanzer der Schildkröten construirt ist, nicht in Einklang bringen lassen, so halte ich mich ohne Bedenken für berechtigt, die auf Fig. 4 und 5 plötzlich eintretende Erweiterung oder Verschmächtigung der Rippenplatten daraus zu erklären, dass, bei theilweiser Verwischung der Grenzlinien der Rippenplatten, Ränder der Randplatten mit in's Spiel gezogen wurden, was um so leichter eintreten konnte, da letztere, wie wohlerhaltene Platten zeigen, ziemlich tief nach innen sich ausbreiten. Uebrigens ist auch noch die Angabe Meyer's zu beachten, dass nämlich beim Spalten der Platte, nach welcher Fig. 4 und 5 gezeichnet sind, die Knochen aufgebrochen sind und von deren Oberfläche jetzt nur an einigen Stellen etwas wahrgenommen wird. Diess erklärt hinreichend, wie theilweise die Nähte verwischt oder undeutlich gemacht wurden.

Um sich den richtigen Verlauf der Nähte der Rippenplatten bei Acichelys zu veranschaulichen, dient bereits das auf Tab. 21 Fig. 3 abgebildete Panzerfragment, an welchem noch die vier letzten Rippen-

platten mit den ihnen entsprechenden Randplatten vollständig conservirt sind. Die Ränder der Rippenplatten von Fig. 3 laufen fast vollkommen parallel und stossen regelmässig in der Mitte des Innenrandes der Randplatten ab. An dieser Abbildung kann man nun aber durch Vergleichung mit Fig. 4 und 5 derselben Tafel nachweisen, wie auf beiden letzteren Figuren die fünfte und sechste Rippenplatte zu der abnormen Endigung gelangte. Soweit nämlich die der sechsten und fünften Rippenplatte gemeinsame Naht auf Fig. 4 und 5 in ihrer horizontalen Richtung beharrt, so weit und nicht weiter erstrecken sich die beiden Platten selbst; an der Stelle aber, wo die Naht abwärts gelenkt wird, ist sie bereits vom innern Rande der Randplatten abgeschnitten und ihre anscheinende Fortsetzung in einen winkeligen Verlauf gehört nicht mehr der Rippen-, sondern der Randplatte an. Diese irrige Beiziehung der letzteren hat natürlich zur Folge, dass nun die fünfte Rippenplatte in eben dem Maasse abnorm erweitert, als die sechste abnorm verschmälert erscheint. Den richtigen Verlauf der Nähte der Rippen- und Randplatten und ihrer gegenseitigen Abgrenzung zeigt die in dieser Beziehung aufs beste erhaltene Fig. 3 an und letztere dient daher als Correctiv für Fig. 4 und 5.

Nach diesen Beispielen lassen sich nun auch die obern Rippenplatten von Fig. 4 und 5, insoweit sie sich als missgestaltet zeigen, auf ihre richtige Form und Abscheidung von den Randplatten zurückführen. Hiezu dienen dann noch weiter die Exemplare von Acichelys, welche auf Tab. 20 Fig. 3 und Tab. 19 Fig. 2 dargestellt sind und die gleiche Bildung der Rippen- und Randplatten wie bei Eurysternum crassipes kundgeben.

Aus dieser Auseinandersetzung geht demnach mit voller Sicherheit hervor, dass erstlich die beiden Meyer'schen Gattungen Acichelys und Palaeomedusa mit einander zu vereinigen sind, und dass zweitens mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, dass Acichelys

Redenbacheri, wie sie auf Tab. 21 Fig. 4 bis 6 dargestellt ist, mit Palaeomedusa Testa eine und dieselbe Art ausmacht. Ich habe aber auch schon vorhin gezeigt, dass hinreichend triftige Gründe vorliegen, in dieser letztgenannten Form nur eine zweite Art von Eurysternum, die ich E. crassipes nannte, wahrzunehmen. Konnte ich früherhin diese Zusammenstellung nur auf die Vorderhälfte des Körpers dieser Art begründen, so haben jetzt die Meyer'schen Abbildungen die Vergleichung auch auf die hintere Hälfte des Eurysternum Wagleri ausdehnen und die gleiche Uebereinstimmung erkennen lassen. Ich sehe mich demnach um so mehr für berechtigt, die beiden Gattungen Acichelys und Palaeomedusa mit Eurysternum zu vereinigen.

Die Abbildungen, welche H. v. Meyer von seiner Gattung Acichelys vorlegte, insbesondere die auf Tab. 21 Fig. 4 bis 6 vorgelegten, dienen nunmehr zur Vervollständigung unserer Kenntniss von E. crassipes in drei wichtigen Stücken, indem erstlich aus ihnen für die Hinterbeine die gleiche Form wie bei E. Wagleri erkannt wird, ferner indem sie nachweisen, dass die Rippenplatten durchgängig mit den Randplatten zusammenstossen, und endlich, dass der Hinterrand des Panzers ebenfalls wie bei letzterer Art ausgeschnitten ist, doch mit dem Unterschied, dass dieser Ausschnitt bei E. Wagleri tief und schmal, bei E. crassipes seicht und weit ist. Letzterer Umstand gibt ein weiteres Merkmal zur Unterscheidung der beiden Arten von einander ab.

Somit ist jetzt die Gattung Eurysternum, deren Kenntniss bisher sehr problematisch geblieben war, nach allen ihren Hauptbeziehungen sicher begründet. Als ihre wichtigsten Merkmale sind zu bezeichnen: die auffallende Verflachung und eigenthümliche Contur des Rückenpanzers, die Zackenausstrahlungen des Bauchpanzers, die grosse Breite der Mittelschilder, die an den Seiten in eine Spitze auslaufen, die schmalen Wirbelplatten, die in ihrem Zusammenhange eine gegliederte Leiste dar-

stellen, die ungemeine Verkürzung der Hand und die Kürze und Stärke der Halswirbel.

Was ihre Stellung im Systeme anbelangt, so lässt es sich nicht verkennen, dass Eurysternum in mehreren Stücken, worunter als das wichtigste die Form der Halswirbel hervorzuheben ist, mehr Uebereinstimmung mit unsern Meerschildkröten zeigt als jede der andern Gattungen dieser Ordnung in den lithographischen Schiefern. Gleichwohl darf sie nicht bei den Meerschildkröten eingereiht werden, denn hiegegen spricht entschieden nicht bloss der ganz ausgefüllte lückenlose Rückenpanzer, sondern noch weit mehr die Verkürzung der Hand. Eurysternum muss daher an unsere Süsswasser-Schildkröten angereiht werden, woraus ich aber keineswegs folgern möchte, dass diese Gattung ein Bewohner des Süsswassers gewesen sei.

Es will mich nämlich bedünken, dass ein Unterschied zwischen letzterem und Meerwasser zur Jurazeit noch gar nicht existirt habe und dass eben desshalb bei den Schildkröten aus dieser geologischen Periode einerseits aus der Verschiedenartigkeit des Typus nicht unbedingt auf eine Verschiedenartigkeit des von ihnen bewohnten Mediums geschlossen werden dürfe, andererseits zu erwarten steht, dass Zwischenformen, durch welche unsere jetzt scharf gesonderten Süsswasser- und Meerschildkröten einander genähert werden, vorkommen könnten. Diess findet nun auch für die Schildkröten der Jurazeit wirklich statt. Was zunächst die aus dem lithographischen Schiefer bekannt gewordenen Formen aus dieser Ordnung anbelangt, so findet man unter ihnen weder solche, die den Land-, noch solche, die den Meerschildkröten zugewiesen werden könnten; alle gehören demnach nach ihrem Skeletbau zu den Süsswasser-Schildkröten und zwar wieder mit der Beschränkung, dass die Potamiten davon ganz ausgeschlossen sind, und also bloss die Eloditen, die eigentlichen Emyden, übrig bleiben. Allein auch bei diesen prägt sich der Familiencharacter bald reiner, bald gemischter aus.

Es zeigen sich nämlich unter den vier Gattungen, die im lithographischen Schiefer gefunden wurden, zwei, Euryaspis und Platychelys, die nach der Beschaffenheit ihres Rückenschildes — mehr kennt man zur Zeit von ihnen nicht — unbedenklich den lebenden Eloditen anzuschliessen sind, während die beiden andern, Eurysternum und Idiochelys, nebenbei Merkmale von Meerschildkröten annehmen, ohne jedoch dadurch zu solchen zu werden.

Aehnliche Verhältnisse treten uns entgegen im sogenannten Portlandkalk von Solothurn, der als ziemlich gleichen Alters mit dem lithographischen Schiefer zu betrachten ist, nur dass sie dort noch bestimmter sich nachweisen lassen, weil die Zahl der Arten grösser und ihre Erhaltung vollständiger ist, indem nicht bloss die Rücken-, sondern auch die Bauchschilder vorliegen. *Rütimeyer,* der neuerdings einige Bemerkungen über die dort vorkommenden fossilen Schildkröten publicirte, theilt sie in Eloditen im heutigen Sinne des Wortes, dann in Eloditen mit stark thalassitischem Character des Rückenschildes und zuletzt in Eloditen mit characteristischem Rückenschild und fast thalassitischem Bauchschild. Was aber besonders merkwürdig, ist der Umstand, dass auch von einer eigentlichen Meerschildkröte ein Brustschild zum Vorschein gekommen ist. Aus dem gleich alten obern Jurakalk von Moirans im Departement des Jura hat Pictet eine Emys Etalloni bekannt gemacht, die, wie schon ihr Gattungsname aussagt, den typischen Eloditen angehört.

Aus den vorliegenden Angaben geht demnach hervor, dass während unsere jetzt lebenden Wasserschildkröten einen sehr verschiedenartigen Bau zeigen, je nachdem sie das Süss- oder Salzwasser bewohnen, und demnach von der einen Bedingung auf die andere mit voller Sicherheit geschlossen werden kann, eine solche Schlussfolgerung für die Schildkröten der Jurazeit nicht zulässig ist, indem in derselben gleichzeitig Formen von ächten Emyden mit Uebergangsformen zu den Meer-

Schildkröten, ja sogar mit einer ächten Chelonia selbst, neben einander gewohnt haben. Der Verschiedenartigkeit der Typen hat demnach damals die des Gewässers nicht entsprochen.

II. Platychelys Oberndorferi Wagn.

Platychelys Oberndorferi Abh. d. Münchn. Akadem. VII S. 242 tab. 1. — *H. v. Meyer*, Reptil. aus dem lith. Schiefer S. 121 tab. 18 fig. 4. (Tab. 1.)

Herr Dr. Oberndorfer hat neuerdings aus den Schiefern von Kelheim ein zweites Exemplar von Platychelys erlangt, von dem man auf den ersten Anblick glauben möchte, dass es durch eine länger gestreckte und an den Seiten ziemlich stark gewölbte Form des Rückenschildes eine von Pl. Oberndorferi verschiedene neue Art anzeige. Bei näherer Vergleichung gibt es sich jedoch bald zu erkennen, dass bei vollständiger Uebereinstimmung in allen einzelnen Stücken ein abweichender Habitus zwischen beiden Exemplaren nur dadurch entstanden ist, dass sich das neue Individuum nach seiner vollen Länge erhalten hat, während dem älteren das ganze letzte Mittelschild nebst einem Stück des Vorderrandes des Panzers fehlt, und dass, was zugleich die Hauptsache ist, bei letzterem nicht bloss die Mittel-, sondern auch die Seitenschilder flach ausgebreitet sind, während bei dem neuen Exemplare die letzteren an ihrer Aussenseite ziemlich steil abstürzen, wodurch allerdings eine schmälere Form des Schildes bedingt ist. Diese letztere Form halte ich für die ursprüngliche, und sehe demnach in dem zuerst bekannt gewordenen Exemplare nur ein solches, dessen Rückenpanzer durch Druck an den Seiten verflacht worden ist und dadurch breiter, als er anfänglich war, erscheint. [1])

---

1) Dieses ältere Exemplar ist neuerdings auch von *H. v. Meyer* abgebildet worden.

Das neue Exemplar ist ungleich vollständiger erhalten als das ältere, denn es fehlen ihm nur auf der linken Seite von den drei ersten Seitenschildern die äussern Ränder nebst den ihnen ansitzenden Randplatten, ferner sind einige der letzteren auf der Vorderhälfte der rechten Seite beschädigt und auf dem ersten Mittelschild ist ein Stück aus dem Innern der Masse ausgebrochen. Man kann daher nach diesem Exemplare die Form und sonstige Beschaffenheit dieses Rückenpanzers genau bestimmen; seine Länge beträgt 8″ 6‴ und seine grösste Breite ohne die Randplatte 6″ 9‴.

Vergleicht man die einzelnen Stücke des Rückenpanzers beider Exemplare mit einander, so ergeben sich zwischen beiden nicht mehr Abweichungen als sie überhaupt bei zwei Individuen, unbeschadet ihrer spezifischen Einheit, vorkommen können. So ist z. B. bei dem neuen Exemplare das zweite und dritte Mittelschild, bei gleicher Breite mit den entsprechenden Platten des älteren, etwas länger, was mir als unwesentlich erscheint. Im Uebrigen stimmen die Conturen der Mittel- und Seitenschilder in den wichtigsten Punkten mit einander überein. Dasselbe gilt auch für die Wirbel- uud Rippenplatten, deren Conturen an dem neuaufgefundenen Individuum vortrefflich erhalten sind[1]), so dass sich die 8 Wirbelplatten mit ihrer Nacken- und Schwanzplatte, so wie die 8 Paare von Rippenplatten nebst den 11 Paaren von Randplatten deutlich unterscheiden lassen. Die beigegebene Abbildung macht es überflüssig, die Umrisse der Hornschilder und der Knochenplatten im

---

1) *H. v. Meyer* (Jahrb. f. Min. 1854 S. 578) hat von Herrn Dr. Oberndorfer das ältere Exemplar, welches ich früherhin beschrieb und abbildete, ebenfalls zur Ansicht erhalten. Es ist ihm gelungen, die Nähte der Wirbel- und Rippenplatten vollständiger aufzufinden, als es mir möglich war. Die kurzen Bemerkungen, die er hierüber mittheilte, stimmen im Wesentlichen mit dem neuen Exemplare.

Detail zu beschreiben; ich beschränke mich daher darauf, noch einige Bemerkungen über die allgemeinen Formverhältnisse, sowie über die am älteren Exemplare defecten Stücke beizubringen.

Der äussere Umriss des Panzers ist oval, wobei das hintere Ende schmäler als das vordere zuläuft; das vordere Ende ist leicht ausgeschweift, das hintere stark ausgeschnitten. Der äussere Rand der Schale ist sehr stark ausgezackt, indem jede der Randplatten an der äussern Contur tief eingeschnitten ist. Diese Platten liegen mit ihrem äussern Rande ziemlich horizontal, nur längs des zweiten Seitenschilds scheinen sie mehr aufgerichtet gewesen zu sein. Der ganze Mitteltheil der Schale mit seinen 5 Mittelschildern (genauer ausgedrückt: mit den Umrissen der abgefallenen 5 mittlern Hornplatten) ist auffallend flach mit sehr schwacher seitlicher Wölbung; eine Verflachung, die um so augenfälliger hervortritt, als die beiden Reihen der Seitenschilder stark gewölbt über die mittlere Reihe aufsteigen und dieselbe überragen. Den Culminationspunkt eines jeden der Seitenschilder bildet ein starker, stumpfer Winkel, von dem aus es ziemlich rasch mit seinem Aussenrande abfällt. Dieser Buckel liegt auf dem ersten Seitenschilde fast in der Mitte, bei den beiden folgenden etwas hinter derselben, und bei dem vierten oder letzten, das zugleich am schmalsten ist, an der hintern Ecke des Aussenrandes. Bei der trefflichen Erhaltung des Rückenpanzers sieht man nun auch die Beschaffenheit seiner Oberfläche weit besser als beim ersten Exemplare. Von dem gegen den Hinterrand gerückten spitzen Höcker der Mittelschilder strahlen gegen die Seitenränder flache, durch breite Furchen getrennte Strahlen aus, die von schwächeren Randfalten durchschnitten werden. Weniger markirt sind die von den Buckeln der Seitenschilder ausstrahlenden Falten, sowie die Randfalten; am deutlichsten zeigen sich letztere am letzten Seitenschilde und an der Hinterhälfte des vorletzten. Die beiden Seitenränder des Mitteltheils des Panzers verlaufen längs der drei vordern Mittelschilder

fast geradlinig, während sie an den beiden letzten einen bogigen Umriss erhalten, indem zugleich diese zwei Schilder sich hinterwärts stark verschmälern.

Ueber die Zusammensetzung des Knochenpanzers — ganz abgesehen von den Feldern, welche durch die Umgrenzungen der Hornschilder gebildet werden — habe ich hier zur Ergänzung meiner früheren mangelhaften Angaben Folgendes nachzutragen.

Die 8 rippentragenden Wirbelplatten sind ziemlich breit und eckig, dabei aber an Grösse und Form sehr verschieden, wie diess die Abbildung ausweist; die 2te, 5te und 7te sind am kleinsten. Hinter ihnen folgt die 9te Wirbelplatte, die mit keiner Rippenplatte mehr in Verbindung steht; sie ist nicht breiter als die vorhergehende, indem der hoch aufsteigende innere Theil der Randplatten ihre seitliche Ausbreitung ebenfalls beschränkt hat. An sie schliesst sich unmittelbar die Schwanzplatte an, die in der Mitte ihres Hinterrandes tief und weit ausgeschnitten ist. Spuren der Trennungslinien zwischen diesen beiden letzten Platten sind noch vorhanden. Die Nackenplatte, deren mittlerer Theil grösstentheils ausgebrochen ist, zeigt noch auf der linken Seite ihre Abgrenzung von der ersten Wirbelplatte; eben so ist auf beiden Seiten die Naht, durch welche sie sich von der ersten Randplatte abscheidet, wahrnehmbar. Die Nackenplatte ist an ihrem Vorderrande nicht bloss ausgeschweift, sondern dieser zeigt auch die beiden Grenzfurchen von einem eingeschobenen kleinen Zwischenschilde, das hinterwärts plattenförmig mit convexem Rande aufsteigt, und hinter welchem die tiefe Grenzfurche, welche das erste Mittelfeld der Hornbedeckung vom Rande scheidet, verläuft. — Die Randplatten des Knochenpanzers — wohl zu unterscheiden von denen des Hornüberzuges —, werden durch die tiefe Furche, welche rings um die Schale verlaufend, die seitlichen Hornschilder von denen des Randes scheidet, in eine in-

nere, an den Seiten des Panzers aufsteigende Hälfte und in eine äussere, flach ausgebreitete und den eigentlichen Rand ausmachende abgetheilt. Jede von diesen äusseren Randplatten des Knochenpanzers ist in der Mitte tief ausgeschnitten, wodurch der ganze Rand der Schale zackig wird.

Wie schon vorhin bemerklich gemacht wurde, steigen die knöchernen Randplatten an den Seiten des Panzers mehr oder minder empor, bis sie mit den ihnen entgegen kommenden Rippenplatten zusammenstossen. Besonders hoch steigen sie empor auf dem vordersten Seitenfelde, dessen Umgrenzung durch den Eindruck des ersten seitlichen Hornschildes hervorgebracht ist. Die Naht, welche von der vordern innern Ecke dieses Feldes mitten über den hohen Buckel aufsteigt und von da gegen die hintere äussere Ecke abfällt, so dass dadurch gedachtes Seitenfeld in zwei gleich grosse, schief gegen einander gestellte Hälften zerfällt, diese Naht ist die Grenzlinie, in welcher die erste Rippenplatte mit den ihr entgegen kommenden aufsteigenden inneren Enden der Randplatten zusammenstösst. Auf der zweiten Rippenplatte kann man das Aufsteigen der letzteren nicht wahrnehmen, da ihre beiderseitigen Begrenzungen ausgebrochen sind. Längs der dritten und vierten Rippenplatte kann das Aufsteigen nur schwach gewesen sein, da sich ihre Nähte fast bis zur Grenzfurche zwischen der Schale und ihrem Rande herabziehen und an dieser Grenze die Rippenspitze jeder dieser beiden Platten, mit welcher sie sich in die entsprechende Randplatte einfügt, aufgedeckt ist. Mit der fünften Rippenplatte beginnt aber wieder das hohe Aufsteigen der Randplatten und setzt sich in gleicher Weise an allen folgenden fort. Von keiner andern Schildkröte ist mir ein so hohes Aufsteigen der innern Ränder der Randplatten (zur Verbindung mit den Rippenplatten) bekannt.

Besondere Beachtung verdient noch der pyramidenförmige Höcker, der unmittelbar vor dem ersten, durch die Grenzeindrücke des vorder-

sten seitlichen Hornschildes umschlossenen, Seitenfeldes wahrgenommen wird. Im älteren Exemplar ist nur noch der linke, im neueren bloss der rechte Höcker erhalten. Er ruht auf der hintern Hälfte der ersten Randplatte und auf der vordern der zweiten dieser Platten auf. Von den benachbarten Theilen wird er durch eine tiefe Umfurchung abgeschieden; diese wird für seine Aussenseite von der Fortsetzung der Längsfurche, welche überhaupt die Seitentheile der Hornbedeckung von der ihrer Randschilder scheidet, gebildet, und für seine Innenseite von der Längsfurche, welche die Mittelfelder von den Seitenfeldern abgrenzt. Die Naht, welche die erste von der zweiten Randplatte scheidet, zieht sich über die hintere Ecke am Aussenrande des Höckers in die Höhe, und setzt sich in der Furche, welche den Höcker vom ersten Seitenschilde trennt, weiter fort, bis zum Anfangstheil der Naht, welche die erste Rippenplatte von den vordern Randplatten absondert. Dieser Höcker gehört demnach ganz den Randgebilden an. Seiner Form nach bildet er eine kurze, breite, unregelmässig dreiseitige Pyramide mit abgestumpfter und etwas vor- und auswärts geneigter Spitze. Da beide Exemplare diesen Höcker tragen, so gehört er zu den normalen Bestandtheilen des Panzers.

Nach ihrem Gesammtcharacter gehört Platychelys zu denjenigen Typen, die wir jetzt auf das Süsswasser beschränkt sehen und unter diesen wieder zur Familie der Eloditen. Sie bildet eine sehr ausgezeichnete Gattung, die sich besonders durch folgende Merkmale kenntlich macht. Schale an beiden Seiten gewölbt, längs des Mitteltheils verflacht; die tiefe Furche, welche letzteren von jenen scheidet, längs der drei ersten Mittelschilder fast gerade verlaufend. Auf jedem Felde der Hornschilder ein Höcker, von welchem Falten ausstrahlen, die am deutlichsten auf den Feldern der Mittelreihe ausgebildet sind; der Rand der Schale stark und scharf ausgezackt. Die Wirbelplatten breit und eckig, dabei an Grösse und Form sehr verschieden und auf 9 beschränkt.

Die Randplatten mit ihrem innern Rande an den Seitenfeldern hoch aufsteigend. Ein eigenthümlicher pyramidaler Höcker, der beiderseits den ersten Randplatten aufgesetzt ist[1]).

III. Euryaspis radians Wagn.

Tab. 2.

Wie ausserordentlich selten das Vorkommen von Schildkröten in den lithographischen Schiefern ist, beweist der Umstand, dass die an andern organischen Ueberresten so reiche Häberlein'sche Sammlung nur ein einziges und noch dazu sehr mangelhaftes Exemplar aufzuweisen hatte. Dasselbe besteht in einem Rückenschilde, das von der Oberfläche her gesehen wird und in einem Abdrucke desselben. Es ist nicht bloss stark abgerieben, sondern auch an seinen Rändern ringsum abgebrochen, so dass nur eine sehr unvollständige Beschreibung von ihm gegeben werden kann.

Der Umriss ist länglich oval, mit starker Erweiterung an den Seiten, nach hinten stärker eingezogen als nach vorn. Die Oberfläche ist mässig und gleichförmig gewölbt, so dass die Wölbung nach allen Seiten

---

1) *Rütimeyer* (Jahrb. f. Min. 1859) hat aus dem sogenannten Portlandkalk von Solothurn eine Gattung *Helemys* aufgestellt mit folgender Charakteristik: „Rückenschild mit geringer Zahl der Wirbelplatten, mit starken Buckeln und Zackenrand des Knochenschildes und mit einer Reihe von bisher weder in der Gegenwart noch in der Vorwelt bekannten Supramarginal-Scuta zwischen Sc. costalia und Sc. marginalia". — Diese Gattung scheint nahe verwandt oder selbst identisch mit Platychelys zu sein, nur dass bei letzterer zwischen den Rand- und Rippenplatten keine besondern Scuta supramarginalia eingeschoben sind, indem bei unserer Gattung der aufsteigende Theil der Randplatten durch keine Naht von dem übrigen Theil abgesondert ist, was freilich nur Folge der Verwachsung der Suturen sein könnte.

abfällt, stärker an den Seiten, schwächer am Vorder- und Hinterrand. Die 5 Mittelfelder der Hornbedeckung sind durch ihre tiefen Umfurchungen scharf von einander geschieden, und zeichnen sich durch ihre beträchtliche Entwicklung aus. Das erste Mittelfeld (Mittelschild) ist sehr kurz, aber sehr breit. Das zweite ist ziemlich lang, dabei aber ebenfalls sehr breit, an den beiden Seitenrändern in eine scharfe Spitze ausgezogen, wodurch die Breite um mehr als das Doppelte die Länge übertrifft. Das dritte Mittelfeld steht an Grösse kaum dem zweiten nach und hat mit ihm gleiche Form; das vierte und fünfte erweitern sich zuerst etwas auf eine ganz kurze Strecke, dann aber verschmälern sie sich schnell hinterwärts, doch ist von letzterem die Hinterhälfte nebst den entsprechenden Randplatten abgebrochen. Etwas hinter der Mitte des zweiten, dritten und vierten Mittelfeldes sieht man gegen den vordern und die beiden seitlichen Ränder Falten ausstrahlen, die gegen die Mitte der Vorderränder deutlich hervortreten, gegen die Seitenränder aber viel schwächer erscheinen. Nur am vierten Mittelfelde wird man gegen den Hinterrand einen schwachen Buckel gewahr, von dem die Fältelung ausgeht. — Mit der übermässigen Entwicklung der Mittelfelder der Hornbedeckung steht die der Seitenfelder im vollen Gegensatze, indem für sie nur ein sehr beschränkter Raum übrig geblieben ist; an ihnen sind keine Falten sichtlich. Die Randplatten sind meist abgerissen; nur an der Mitte der einen Seite sind Stücke im Zusammenhange geblieben, die andeuten, dass ihr äusserer Rand nicht zackig ausgeschnitten war.

Ueber die Form der Wirbel- und Rippenplatten lässt sich nur höchst wenig aussagen, da fast alle Nähte verschwunden sind. Man sieht bloss eine Naht, die das Vorderende der ersten, nicht sonderlich breiten Wirbelplatte von der Nackenplatte abscheidet und die in ihrer weiteren Verlängerung auf beiden Seiten letztere auch von der ersten Rippenplatte absondert. Die Nackenplatte ist ziemlich breit, aber schmal.

So weit sich Maasse von diesem Panzer abnehmen lassen, sind sie im Folgenden zusammengestellt:

Länge des Rückenschildes ohngefähr				8″ 9‴
„ „ ersten	Mittelschildes	(in der Mitte)		1″ 0‴
„ „ zweiten	„	„ „	„	2″ 1‴
„ „ dritten	„	„ „	„	2″ 1‴
„ „ vierten	„	„ „	„	2″ 0‴
Breite „ zweiten	„	am Vorderrande		3″ 2‴
„ „ „	„	in der Mitte		5″ 3‴
„ „ „	„	am Hinterrande		3″ 11‴
„ „ dritten	„	in der Mitte		4″ 8‴
„ „ „	„	am Hinterrande		3″ 3‴
„ „ vierten	„	am „		1″ 10‴

Durch die einförmige und doch dabei ziemlich starke Wölbung ihres Rückenschildes, sowie durch die ausnehmende Breite der an beiden Seiten in eine Spitze auslaufenden Mittelfelder und deren strahlige Ausfurchung, während die Seitenfelder glatt sind, lässt sich diese Schildkröte leicht von allen anderen aus dem lithographischen Schiefer unterscheiden. Um so näher schliesst sie sich an die eigentlichen Emyden, insbesondere an Emys, Platemys und Pleurosternum, an, unter deren fossilen Arten es auch solche gibt, bei welchen die Mittelschilder sehr breit und beiderseits in einen Zacken ausgezogen sind. Eine weitere Vergleichung lässt sich jedoch nicht vornehmen, da das Bauchschild, nach welchem diese drei Gattungen sich von einander unterscheiden, unserem Exemplare abgeht. Pictet hat aus dem obern Jurakalk von Moirans (Departement des Jura) eine Schildkröte unter dem Namen Emys Etalloni bekannt gemacht, die im Allgemeinen viele Aehnlichkeit mit der unsrigen hat. Allein abgesehen davon, dass das französische Exemplar fast doppelt grösser ist als das letztere, so weiss ich mich im Detail weder in den Abbildungen, noch im Texte zurecht zu finden und muss daher von weiterer Rücksichtsnahme abstehen. *Rüti-*

meyer [1]) schliesst, wie vorhin erwähnt, an diese Emys Etalloni einige Arten aus dem gleichalten sogenannten Portlandkalk von Solothurn an und macht von ihnen bemerklich, dass sie unserer heutigen Platemys am nächsten stehen. Er charakterisirt diese Arten sowohl durch Merkmale des Bauchschildes als durch die Zertheilung des Nuchal-Scutums in mehrere Stücke. Von diesen Merkmalen kann ich jedoch für unser Exemplar keine Anwendung machen, da demselben das Bauchschild fehlt und die Nackenplatte am Vorderrande zertrümmert ist. Da noch keine Beschreibung der Arten von Solothurn vorliegt, so musste ich unserem Exemplare einen neuen Namen geben und habe es als *Euryaspis* (*εὐρus,* breit, *aspis,* Schild) *radians* bezeichnet.

IV. Euryaspis? approximata Wagn.

Acichelys? approximata. Wagn. IX. Bericht des naturh. Vereins in Augsburg. 1856 S. 23.

Im eben genannten Berichte habe ich eine Schildkröte beschrieben, die schon desshalb besondere Aufmerksamkeit verdient, weil sie der älteste Ueberrest dieser Familie in unserer weissen Juraformation ist. Sie ist nämlich in einem dichten gelblichgrauen Gesteine bei Neuburg a. d. Donau gefunden worden, was vom lithographischen Schiefer durch den Dolomit getrennt ist. Es ist ein Rückenpanzer, der sich von seiner Innenfläche darstellt und von dem auch noch besonders der Gegendruck vorliegt. Mit Verweisung auf die frühere Beschreibung will ich nur die wichtigsten Merkmale in der Kürze hervorheben.

Der Umriss ist länglich oval; der Vorderrand seicht ausgeschweift, nach den Seiten hin erweitert sich schnell der Umfang, nimmt dann

1) Jahrb. f. Mineral. 1859 S. 366.

allmählig hinter der Mitte an Breite ab und verschmälert sich rasch am hintern Ende. Die Schale ist gleichmässig und ziemlich merklich gewölbt; der Rand ist ohne Zacken. Die Nackenplatte nebst den ihr folgenden Wirbelplatten, sowie die Rippenplatten zeigen gleiche Formen mit den entsprechenden Theilen bei der Emys fluviatilis. Rippen- und Randplatten stossen unmittelbar zusammen, ohne eine Lücke zwischen sich zu lassen. Die Ränder der ersten verlaufen parallel miteinander. Die Länge des Rückenpanzers beträgt ohngefähr 7½″, seine grösste Breite 5⅓″.

Die Ermittelung des Verwandtschaftsverhältnisses dieser Schildkröte zu den übrigen bietet grosse Schwierigkeiten dar. Zwar wird auf den ersten Blick erkannt, dass sie weder den Typus der Land-, noch den der Meerschildkröten an sich trägt, dass sie vielmehr nach ihren Formen der grossen Familie der Süsswasserschildkröten, und zwar zunächst den Emyden, angehört; aber die Ausfindigmachung der Stelle, welche sie unter letzteren einzunehmen hat, ist es eben, was zur Zeit nicht mit Sicherheit geschehen kann. Nicht nur ist vorliegendes Exemplar nicht einmal ganz vollständig, sondern es zeigt auch bloss die Innenseite des Rückenpanzers, während von allen Schildkröten des lithographischen Schiefers fast lediglich dessen Aussenfläche bekannt ist. Wir wissen daher bei dem Exemplare von Neuburg gar nichts über die Form ihrer Hornschilder und sind hiemit des wichtigsten Vergleichungsmittels beraubt. Ich sprach mich daher schon in meinem ersten Berichte hierüber nur zweifelhaft aus, indem ich sagte: „da mit Sicherheit die Gattung, zu welcher diese Ueberreste zu bringen sind, nicht ermittelt werden kann, gleichwohl nach dem äussern Umrisse eine Aehnlichkeit mit Acichelys besteht, so mag provisorisch die neue Schildkröte zu dieser Gattung gebracht und als Acichelys approximata bezeichnet werden.“ Damals war mir Acichelys nur aus einigen Notizen von H. v. Meyer bekannt; jetzt, wo ich diese Gattung aus Autopsie kenne und mich von ihrer Identität mit Eurysternum Münst. überzeugt habe, kann ich aber

unsere Schildkröte nicht mehr bei Acichelys belassen, weil ihre Nacken- und Rippenplatten eine andere Form besitzen, ihr hinteres Ende nicht ausgeschnitten und der Panzer ziemlich stark gewölbt ist. Mit Platychelys kann sie indess auch nicht verbunden werden, schon desshalb nicht, weil ihr Rand nicht gezackt und die Wirbelplatten sehr differiren. An Idiochelys kann noch weniger gedacht werden und somit bleibt von unsern einheimischen jurassischen Schildkrötengattungen nur noch Euryaspis über, mit der sie wenigstens die gleichförmige Wölbung des Panzers und den ungezackten Rand theilt. Diess der Grund, warum ich sie jetzt als Euryaspis? approximata bezeichne.

V. Compsognathus longipes Wagn.

Tab. 3.

Herr Dr. Oberndorfer ist in neuerer Zeit so glücklich gewesen in dem lithographischen Schiefer von Kelheim abermals einen Saurier aufzufinden, durch welchen eine sehr ausgezeichnete neue Gattung repräsentirt wird, der ich den Namen Compsognathus (*κομψὸς*, zierlich, *γνάθος*, Kiefer) beilege. Es ist zu bedauern, dass dieses Skelet an manchen Stellen stark beschädigt ist; auch hat es nicht mehr seine natürliche Stellung, indem Hals und Schädel rückwärts bis zum Anfang des Schwanzes gekrümmt sind und die beiden hintern Gliedmassen neben und aufeinander gelagert sind, wie diess auch wieder mit den vordern der Fall ist.

Der Schädel zeigt eine sehr zierliche, schlanke, langgestreckte Form und übertrifft in dieser Beziehung noch den Monitor; er scheint aber schon vor der Umhüllung durch das Gestein bereits im macerirten Zustande sich befunden zu haben, indem seine einzelnen Knochen zum Theil wirr durcheinander liegen, zum Theil abgebrochen oder verschoben sind. Was sich mit grösserer oder geringerer Sicherheit über ihn aus-

sagen lässt, besteht in Folgendem. Die Hinterhaupts- und Stirngegend hat sich ziemlich gut erhalten, obwohl von ersterer ein Theil der Knochenwandung abgerissen und weiter hinterwärts abgesetzt ist. Der obere Ausgang der Schläfenhöhle, wie er durch den Seitenrand des Scheitelbeins und den Schläfenbogen gebildet wird, ist noch wahrnehmbar. Das Stirnbein ist lang und schmal und scheint paarig gewesen zu sein. Es dient uns als wichtiger Orientirungspunkt, denn die Höhle, welche seitlich unter ihm liegt, kann nichts anders als die Augenhöhle sein. Ueber die Lage derselben bleibt demnach kein Zweifel, wohl aber ergibt sich ein solcher über ihre hintere Abgrenzung. Bekanntlich wird letztere bei den eigentlichen Eidechsen durch den hinterwärts gegen das hintere Stirnbein aufsteigenden Jochbogen gebildet, wobei beide entweder zusammenstossen oder eine Lücke zwischen sich lassen. An unserm fossilen Exemplare sieht man nun allerdings von der Gegend des hinteren Stirnbeines eine Platte, die nach unten sich immer mehr verschmächtigt, in fast senkrechter Richtung herablaufen und mit der Gelenkfläche des Unterkiefers zusammen stossen. Allein am Schädel eines Sauriers gibt es keinen Knochen, der ursprünglich in solcher Verbindung sich befände; es muss also bei unserem fossilen Exemplare eine Verrückung desselben stattgefunden haben, und zwar in der Weise, dass der aufsteigende Jochbogen aus seiner vorderen Verbindung losgesprengt und mit diesem abgerissenen untern Ende rückwärts geschoben wurde. Als derjenige Knochen, der von der Gelenkfläche des Unterkiefers aus die Verbindung des letzteren mit dem Hinterhaupte bewerkstelligt, d. h. als Quadratbein zu gelten hat, ist wohl die Platte anzusehen, die weiter hinterwärts liegt und, gleichfalls verschoben, gegen das Ende des Unterkiefers verläuft. In dieser Deutung werde ich bestätigt durch einen bogenförmigen dünnen Knochen, der mit seinem vordern abgebrochenen Ende gegen das hintere Stirnbein reicht und mit seinem hintern Ende etwas den obern Rand der von mir als Quadratbein gedeuteten Platte überragt. In jenem bogen- und stabförmigen

Knochen sehe ich den Schläfenbogen, der die obere Grenze der seitlichen Schläfenhöhle ausmacht.

Das Stirnbein ist gegen das vordere Ende abgebrochen, doch kommt seine Fortsetzung gleich oberhalb der Bruchstelle wieder zum Vorschein und bildet eine schmale, nach vorn sich allmählig verengernde Platte, die indess vorn ebenfalls mit einem Bruch endigt. Diese Platte bildet das Nasenbein, unter welchem die Nasengrube liegt, die in ihrer vordern Hälfte durch eine senkrechte Wand geschlossen und unten durch den horizontalen Ast des linken Oberkiefers abgegrenzt wird. Von diesem ist nur die hintere Hälfte erhalten, die kurze, ziemlich starke, gerade und am Ende zugespitzte Zähne trägt. Der linke Unterkiefer ist im Wesentlichen nach dem Typus des Monitors geformt, aber viel länger gestreckt und schmächtiger, was besonders vom zahntragenden Aste gilt, dessen beide Ränder fast gerade verlaufen und der vorn in einer schiefen Linie endigt. Die Mehrzahl seiner Zähne ist versteckt oder abgebrochen; gegen das vordere Ende sind jedoch mehrere vorhanden von gekrümmter, kegelförmiger, glatter, zugespitzter Form. Auch vom rechten Unterkiefer ist seine vordere Hälfte sichtbar. Zwischen den beiden Vorderenden der zwei Unterkieferhälften liegen zwei platte Knöchelchen, deren jedes einen langen spitzen und einen andern breiten Fortsatz aussendet. Diess sind die beiden Hälften des Zwischenkiefers, die aus ihrer ursprünglichen Verbindung losgerissen, verworfen und von einander getrennt sind. Der lange, spitze Fortsatz ist der Nasenfortsatz des Zwischenkiefers und der andere die Verbindung mit dem Oberkieferbeine. Der zuvörderst liegende Ast des Zwischenkiefers ist umgedreht, so dass seine Zähne nach oben gerichtet sind; letztere sind ziemlich gross und von gleicher Form mit den übrigen. Am andern Aste ist nur noch einer dieser Zähne aufbewahrt. Unterhalb des Schädels liegen mehrere zertrümmerte Knochenplatten durcheinander, von denen die unterste ebenfalls abwärts gerichtete Zähne trägt; sie ist demnach wohl ein Bruchstück von einem Oberkieferaste.

Die Wirbelsäule, die nur den Hintertheil des Schwanzes verloren hat, liegt in fast ununterbrochenem Zusammenhange vor, denn bloss in der Beckengegend ist derselbe gelöst und die vordern Halswirbel sind abgerückt; gleichwohl sind die meisten derselben in einer Weise beschädigt, dass sich wenig Sicheres über sie sagen lässt. Schon gleich die Grenze zwischen Hals- und Rückenwirbeln lässt sich nicht mit Bestimmtheit ermitteln. Was für uns am Wichtigsten, ist zu wissen, dass während bei den lebenden Eidechsen der Hals sehr kurz und steif ist, derselbe bei unserem Exemplare eine ungewöhnliche Länge, die wohl der des Rumpfes gleich kommen dürfte, sowie eine grosse Biegsamkeit nach Art des Pterodactylus und der Vögel besitzt. Vielleicht dürften 10—11 Halswirbel angenommen werden, von denen die mittlern eine Länge von 5 Linien erreichen. Schon frühzeitig setzen sich an ihnen falsche Rippen an, die innen gerade enden und in eine lange, feine Spitze auslaufen.

Der Rumpf ist im Verhältniss zum Halse ziemlich kurz; es mögen auf ihn bis zur Gegend, wo die Wirbelsäule von dem Becken überdeckt wird, ohngefähr 11 bis 12 Wirbel treffen, deren mittlere kaum 5 Linien lang sind und die kurze, aber breite Dornfortsätze tragen. Die Rippen sind an ihrem obern Ende ziemlich breit; die vorderste ist, unähnlich dem Typus der lebenden Eidechsen, an ihrem obern Ende zweispaltig, wie bei den Krokodilen. Bauchrippenstücke liegen verwirrt herum.

Vom Schwanze ist nur noch sein Anfangsstück vorhanden; das Uebrige ist zugleich mit der Steinplatte abgebrochen. Sichtlich sind noch 15 Schwanzwirbel, die anfangs ziemlich breite, wenn auch kurze obere Dornfortsätze tragen; im weiteren Verlaufe verkleinern sich diese allmählig und bilden nur noch kurze, stumpfspitzige Höcker. Durch eine tiefe Längsspalte sind diese Dornfortsätze von ihren Wirbelkörpern geschieden. Zwischen je zwei Wirbeln liegen auf der Unterseite die untern Dornfortsätze (Cuvier's os en chevron), die ziemlich lang und stark

und etwas einwärts gekrümmt sind. Der gänzliche Mangel von Querfortsätzen rührt nur von Verstümmelung her. Die Wirbelkörper des Schwanzes sind länglich, seitlich ausgeschweift und 5 Linien lang. Da sie an der Bruchstelle noch dieselbe Grösse wie im vordern Verlauf haben, so lässt sich auf einen langen, kräftigen Schwanz schliessen.

Die beiden Vordergliedmassen kommen auf die linke Seite des Rumpfes zu liegen und verfolgen in ihren Biegungen gleiche Richtung; die linke Extremität ist am besten erhalten. Ihr Oberarmbein ist ein kräftiger, langer Knochen, dessen oberes Ende indess nicht mehr vollständig vorliegt; wie alle andern Röhrenknochen ist es innen hohl. Die beiden Knochen des Vorderarmes sind unverhältnissmässig kurz, indem die Speiche nur halb so lang als der Oberarm ist. Die Hand hat zwar nur wenige Reste aufbewahrt, aus denen indess ersehen werden kann, dass sie von kräftiger Bildung war. Die Knochen der Handwurzel sind spurlos verschwunden; ein leerer Raum von 4 Linien zeigt ihre ehemalige Stelle an. Dann folgen 2 phalangenähnliche Knöchelchen, die man ohne Bedenken der Mittelhand zuschreiben darf, und von denen der grösste 7½ Linien lang ist; zwischen ihnen liegt ein drittes ähnliches, aber sehr dünnes Glied. Ohne Verbindung mit ihnen folgt ein Finger, bestehend aus einem starken, sichelförmig gebogenen, spitzen Krallengliede und der nächst obern Phalanx von 6½ Linien Länge. — Von der rechten vordern Extremität sind auch einige Phalangen umher gestreut, zugleich mit 3 Krallengliedern von derselben Form wie eben angegeben. Der rechte Vorderarm mit seinen beiden Knochen stellt sich ebenfalls ziemlich vollständig ein; dagegen ist der ihm zugehörige Oberarmknochen nur in seiner untern Hälfte durch einen Eindruck angezeigt, der bald in der grossen Lücke, welche die ganze Unterleibsgegend zerstört hat, verschwindet.

Noch bleibt ein zur linken Extremität gehöriger Knochen über, der von den vordern Rückenwirbeln aus, die er überdeckt, die Richtung

nach dem obern Ende des linken Oberarms einschlägt. Diess ist das linke Schulterblatt, das einen langen platten Knochen darstellt, der in der Mitte verengt ist, von dem jedoch die vordere Hälfte fehlt. Der darauf folgende flügelartig erweiterte Eindruck ist nicht bloss vom Vorderrande dieses Knochens veranlasst, sondern es scheint auch das rechte Schulterblatt beigetragen zu haben. Von einem sonstigen Bestandtheile des Schultergürtels oder des Brustbeines ist nichts wahrnehmbar, weil diese ganze Gegend zerstört ist. Es kann also nur so viel mit Sicherheit geschlossen werden, dass unser fossiler Saurier durch die einfache Form eines Schulterblattes sich in dieser Beziehung von der lebenden Eidechse eben so weit entfernt, als er dagegen dadurch in Verwandtschaft mit den Krokodilen und Flugechsen tritt.

Von einer ungewöhnlichen Länge sind die Hintergliedmassen, zumal im Vergleiche mit den ungemein verkürzten vordern Extremitäten. Auch bei den hintern laufen wieder die der beiden Seiten neben einander und kreuzen sich sogar mit den Unterschenkeln. Der Femur ist ein starker Knochen von verhältnissmässiger Länge; der linke ist grösstentheils nur durch einen Eindruck angezeigt, der rechte hat wenigstens das starke vordere Ende aufbewahrt. Eine für einen Saurier ganz ungewöhnliche Länge erreicht der Unterschenkel: das Schienbein ist stark, doch im obern Verlaufe nur im Abdrucke erhalten; das Wadenbein, in seiner ganzen Erstreckung von der Tibia getrennt, beginnt oben mit einer Erweiterung, die sich indess bald zusammenzieht und als langer, dünner Griffelknochen abwärts sich fortsetzt.

Auch die Knochen, welche den Fuss zusammensetzen, sind lang und kräftig. Sehr kurz ist die Fusswurzel; sehr lang und stark dagegen der Mittelfuss, der am linken drei lange, neben einander liegende Knochen aufweist. Wegen des Verhaltens der Zehen muss man sich an den rechten Fuss wenden. Auf den einen langen Mittelfussknochen

folgt in geringer Entfernung eine Zehe, die mit Inbegriff des Krallengliedes 4 Phalangen trägt; nach Vergleichung mit den lebenden Eidechsen würde diese Zehe demnach die dritte sein. Abgerückt von ihr liegt eine andere und viel kürzere Zehe mit bloss 3 Phalangen; diese entspricht desshalb der zweiten Zehe. Grösstentheils von letzterer überdeckt folgt eine längere Zehe, die mit ihrer Kralle hervorragt und an dem innern Rand wenigstens noch so viel erkennen lässt, dass sie jedenfalls aus mehr als 3 Phalangen besteht; diese kann demnach nichts anderes als die vierte Zehe sein, die bei den lebenden Eidechsen 5 Phalangen zählt. Endlich schiebt sich unterhalb des grossen Mittelfussknochens noch eine sehr kleine Zehe hervor, bei der auf das Krallenglied nur noch eine ziemlich kurze Phalanx folgt, indem das folgende, am hintern Ende durch den Metatarsus überdeckte Glied ebenfalls bereits zu letzterem zu rechnen ist. Diese kurze Zehe ist also die Daumenzehe mit 2 Phalangen. Demnach hätten wir 4 Zehen gefunden, die mit 2, 3, 4 und 5 Phalangen versehen sind, und da sich erstere bei den lebenden Eidechsen in gleicher Ordnung von innen nach aussen folgen, so dürfen wir dieselbe Reihenfolge auch für unsern fossilen Saurier annehmen. Es geht jetzt nur noch die kleine Zehe ab und auch diese ist nicht völlig fehlend, wenigstens wird sie durch einen kurzen, dünnen, etwas gebogenen fünften Mittelfussknochen angezeigt, der jedoch keine Phalangen aufzuweisen hat. Dass an beiden Füssen dieses Rudiment der kleinen Zehe auf der äussern Seite liegt, ist nur zufällig durch Umdrehung des rechten Fusses erfolgt. Die Krallen der Zehen sind von gleicher Grösse mit denen der Hände; die Kralle der Daumenzehe ist am kleinsten.

Es bleibt zuletzt noch die Erörterung des Beckens übrig, dessen Deutung gewöhnlich bei den fossilen Sauriern die meisten Schwierigkeiten macht. Diese fehlen auch nicht für vorliegendes Exemplar, indess glaube ich nach langer Abmühung dieselbe jetzt ziemlich befriedi-

gend gelöst zu haben. Zunächst gibt sich das rechte Hüftbein als ein langgestreckter, wenn gleich grösstentheils nur als Eindruck angezeigter Knochen zu erkennen. Durch seine beträchtliche Länge wie durch seine dem Rückgrathe parallele Lage weicht er wesentlich vom Typus der lebenden Eidechsen und Krokodile ab, nähert sich aber dadurch den Flugechsen an. Das linke Hüftbein liegt ihm dichtgedrängt an und ist zwar an beiden Enden stark verstümmelt, dagegen ist seine Begrenzung der Pfannenhöhle, aus welcher der linke Oberschenkelknochen hervorgeht, ziemlich gut erhalten. Oberhalb der Pfannenhöhle und vom vordern Rande des linken Hüftbeines geht in horizontaler Richtung ein Knochen ab, der anfänglich verflacht ist, dann aber sich verengt und cylindrisch wird. Tiefer unter demselben, also von der rechten Seite herkommend, liegt ein ähnlicher Knochen; beide sind anfänglich von einander getrennt, legen sich aber im weitern Verlaufe an einander an, sind jedoch gegen das vordere Ende sehr beschädigt. Nach ihrem Ursprunge wie nach ihrer Richtung werden diese zwei Knochen nichts anders als die beiden Schambeine sein können, die durch den Druck, der auf den Rumpfseiten lastete, schon gleich von ihrem Beginne an aneinander gepresst wurden. Unterhalb des Anfangstheiles des Oberschenkels zieht ein platter Knochen herab, der anfänglich breit ist und vorn in einen Zacken vorspringt, dann immer schmäler wird und zuletzt mit einem halbrunden Knopf endigt. An seinem vordern und obern Rande springt der Rand eines andern ihm conformen Knochens hervor, der im weitern Verlauf von ersterem ganz überdeckt ist. Also auch in diesem Falle sind zwei einander gleichförmige Knochen auf einander gepresst, und diese beiden können, obwohl ihre Form sehr eigenthümlich ist, keine andere Bedeutung als die von Sitzbeinen haben.

Als wichtigste Maasse sind folgende anzuführen:

Länge des Schädels ohngefähr . . .	2″	6‴
„ der Wirbelsäule bis gegenüber der Pfanne gegen	10″	0‴

Länge des Oberarmbeines ohngefähr . .	1'' 10'''
„ des Ellenbogenbeines	1'' 1'''
„ der ganzen vordern Extremität ohngefähr	4'' 7'''
„ „ „ hintern „ „	9'' 3'''
„ des Schienbeins	3'' 2'''
„ des 3. Mittelfussknochens . . .	1'' 10'''
„ der 3. Zehe	1'' 10'''

Die im Vorstehenden beschriebene Eidechse, der ich den Namen Compsognathus longipes beilegte, ist eine höchst ausgezeichnete Form. Was sie besonders charakterisirt ist der langgestreckte schmächtige Schädel mit langem, dünnen Schnauzentheil, der überaus lange und nach Art eines Vogels bogenförmig krümmbare Hals, die kurzen Vorderbeine, die nur halb so lang sind als die hintern, die überaus langen Unterschenkel, die dreimal so lang sind als der Vorderarm, mit gleichfalls sehr langen und dabei kräftigen Hinterfüssen, die eigenthümlichen Sitzbeine und der robuste und dabei, allem Anscheine nach, sehr lange Schwanz. Durch diese Merkmale ist die neue Gattung wesentlich von allen andern verschieden, mögen sie aus dem lithographischen Schiefer oder aus andern Formationen herstammen. Dass sie in manchen Stücken an die Flugechsen erinnert, ist schon in der Beschreibung angedeutet worden; eine nähere Verwandtschaft zwischen beiden besteht aber nicht.

VI. Anguisaurus Münsteri Wagn.

Tab. 4.

Anguisaurus Münsteri. Wagn. Gesch. der Urwelt. 2. Aufl. II S. 440. — *Anguisaurus bipes. Münst.* Jahrb. f. Min. 1839 S. 676. — *H. v. Meyer,* Reptilien aus dem lith. Schiefer. S. 118 tab. 14 Fig. 2.

Vor nunmehr zwanzig Jahren entdeckte Graf *Münster* in der Sammlung des Landarztes Häberlein in Pappenheim eine neue Reptiliengat-

tung, die er zur Familie der zweifüssigen Saurier rechnete und als den Repräsentanten der Gattung Bipes betrachtete. Er bezeichnete sie als Anguisaurus bipes, weil er an ihr nur Hinterbeine, aber keine Vorderbeine vorfand. Das Exemplar, auf welchem dieser neue Typus beruhte, ist nach Haarlem ins Teyler'sche Museum gewandert und seitdem nichts mehr von ihm gehört worden[1]. Da die Notiz, welche *Münster*[2]) über diese neue Gattung mittheilte, sehr unbestimmt ist, so war es nicht möglich, sich einen sichern Begriff von derselben zu machen und die Systematiker waren desshalb mit ihrer Unterbringung im Systeme in grosser Verlegenheit. Dieser hoffe ich nun abhelfen zu können, indem ich in der Häberlein'schen Sammlung 4 Exemplare, sämmtlich von Daiting, vorfand, die dem Anguisaurus zuzuweisen sind. Da keines derselben vollständig erhalten ist, gleichwohl jedes zur Ergänzung des Bildes von diesem Typus dient, so werde ich sie zuerst einzeln beschreiben.

---

1) Erst neuerdings sind uns durch *H. v. Meyer* einige Notizen von diesem Exemplare zugekommen, wovon, sowie von dem Verhältniss des Anguisaurus zu Pleurosaurus, am Schlusse dieses Abschnittes gehandelt werden soll.

2) Er sagt hierüber Folgendes: „Das in den solenhofer Schieferbrüchen gefundene Individuum ist fast 4' lang und nur 2 bis 2½'' breit; der Kopf und Schwanz sind aufwärts gebogen, so dass der mittlere Theil des Körpers am tiefsten liegt. An diesem, jedoch mehr nach dem Kopf als gegen den Schwanz zu, befinden sich zwei kurze Beine, zwischen welchen die Beckenknochen sichtbar sind. Es unterliegt mithin keinem Zweifel, dass es die Hinterbeine und nicht die Vorderbeine oder Arme sind; von letzteren ist keine Spur zu erkennen. Der sehr zusammengedrückte Kopf zeigt Aehnlichkeit mit einem Schlangenkopfe. Die Wirbel sind verhältnissmässig lang wie am Plesiosaurus und haben oben gegabelte Dornfortsätze; ausser den Rippen des Rückens sind auch viele Bauchrippen vorhanden, welche kreisförmig gebogen sind, wie beim Pterodactylus, Nothosaurus und andern Sauriern. Der Schwanz geht spitz zu. Schuppen sind nicht zu erkennen."

Erstes Exemplar. Es ist dasjenige, welches verhältnissmässig noch am meisten von seiner Länge erhalten hat, indem es, obwohl das Vorderende des Schädels und der bei weitem grössere hintere Theil des Schwanzes fehlt, doch noch über 2½ Fuss lang ist, also bei vollständiger Erhaltung auf die Grösse des von Münster beobachteten Exemplares gekommen wäre. Freilich ist es in einem stark beschädigten Zustande und aus vielen Stücken zusammengesetzt, doch immer noch ausreichend, um seine wichtigsten Merkmale daran zu erkennen. Es liegt in einem flachen Halbbogen da, indem Kopf und Schwanz abwärts gebogen sind und der Rücken etwas gewölbt ist.

Der Schädel ist am vordern und hintern Ende zugleich abgebrochen; doch ist von ihm, namentlich vom Oberkiefer mit dessen Zahnreihe, noch so viel conservirt, dass daraus seine vollständige Uebereinstimmung mit dem weit besser erhaltenen Schädel des zweiten Exemplares hervorgeht. — Die Strecke der Wirbelsäule vom Hinterhaupte an bis zum ersten Kreuzbeinwirbel mag ohngefähr 15″ betragen; davon kann nur ein sehr kleiner Theil auf die Halswirbel, die ausgebrochen sind, gekommen sein, weil sehr bald die Rippen sich einstellen. Diese sind äusserst zahlreich, indem sich an 40 bis in die Nähe der Beckengegend zählen lassen und sind dabei sehr robust, doch fast alle an ihren untern Enden abgebrochen. Abwärts von ihnen zeigen sich noch andere Spuren von sehr feinen, kurzen Rippen. Die Rückenwirbel sind wenig sichtlich, da sie von den Rippen grösstentheils überdeckt werden, sie sind länger als hoch, in der Mitte etwas ausgeschweift, erreichen in der hintern Strecke eine Länge von fast 3½ Linien, und an den letzten Rückenwirbeln wird man sehr breiter oberer Dornfortsätze gewahr. — Im weitern Verlauf zeigt ein kurzer, aber breiter Wirbel, der sich durch einen starken Querfortsatz mit dem verstümmelten Hüftbeine verbindet, die Gegend des Kreuzbeines an. Darauf folgen die Schwanzwirbel, alle mit stärkeren oberen und schwächeren untern Dornfortsätzen;

an den ersten dieser Wirbel lassen sich noch Spuren von Querfortsätzen unterscheiden, die aber weiterhin verschwinden, wie diess auch beim Leguan der Fall ist. Die Schwanzwirbel sind ohngefähr 3½ Linien lang und fast eben so hoch; da sie diese Grösse noch an der Stelle beibehalten, wo der Schwanz (an 11″ vom Kreuzbein entfernt) abgebrochen ist, so geht daraus hervor, dass demselben weitaus der grössere hintere Theil fehlt.

Von Gliedmassen wird man auf den ersten Anblick nichts weiter gewahr, als die Ueberreste der linken hintern Extremität, wie auch das von Münster beschriebene Exemplar lediglich diese aufzuweisen hatte. Obwohl in ihren 3 Hauptabtheilungen vorhanden, ist doch alles sehr defekt. Der Oberschenkelknochen hat seine beiden Enden verloren; der Rest ist noch 1″ 11‴ lang und zeigt einen robusten, ziemlich geraden Knochen. Abgerückt von ihm und quer über die Wirbelsäule geworfen sind die beiden Knochen des Unterschenkels, die ebenfalls kräftig sind, aber auch an beiden Enden verstümmelt. Abermals abgerückt, jedoch die gleiche Richtung mit dem Unterschenkel beibehaltend, folgt der Fuss, von dem nur die vordere Partie erhalten ist, nämlich 4 geschlossen aneinander liegende Zehen, wovon die vordere 4 Phalangen, die folgende 3, die nächste 4 im ununterbrochenen Zusammenhang aufzuweisen hat; die letzte Zehe ist stark beschädigt. Was diesen Hinterfuss am meisten bemerkenswerth macht, ist die unverhältnissmässige Kürze der Zehen, denn von der längsten unter diesen erreichen die 4 von ihr aufbewahrten Phalangen zusammen nur eine Länge von 9 Linien. Mit der ansehnlichen Grösse des Thieres steht diese enorme Kürze der Zehen im auffallendsten Missverhältniss. Uebrigens sind die Phalangen derselben ziemlich robust.

Von den vordern Gliedmassen wird man auf den ersten Anblick nichts gewahr, doch könnte ein Knochenfragment, das nicht weit vom

Hinterhaupt und in der Richtung der Wirbelsäule liegt, von ihr herrühren. Es ist ein etwas flaches, oben abgebrochenes Knochenstück von annoch 7 Linien Länge, das sich am untern Ende erweitert und hier auf seiner Innenseite ein Loch zeigt, wie es sich öfters am innern Condylus des Oberarmknochens einstellt. Möglich, dass das vorliegende Fragment einem solchen Knochen angehört.

Zweites Exemplar. Dasselbe besteht aus dem Schädel, der linken vordern Extremität und einigen zerstreuten Rippen. Es dient zur willkommenen Ergänzung des ersten Exemplares, welchem, wie vorhin angeführt, die vordern Gliedmassen bis auf eine schwache Spur ganz fehlen und von dessen Schädel nur der mittlere Theil mit den ihm zugehörigen oberen Zähnen erhalten ist, was indess genügt, um sich zu überzeugen, dass in diesen Stücken die beiden Individuen vollkommen miteinander übereinstimmen und demnach einem und demselben Typus zuständig sind.

Der Schädel dieses zweiten Exemplares ist freilich auch bedeutend beschädigt, doch hat wenigstens der Unterkiefer seine ganze Länge aufbewahrt, welche 4″ 8‴ beträgt. Die Augenhöhle ist beträchtlich gross und von einem starkwandigen Dache überwölbt, an das sich der lange, kräftige und gerade vorgestreckte Schnauzentheil anfügt; letzterer ist 2″ 4‴ lang. Die Zähne des Unterkiefers beginnen schon bald nach der abgebrochenen Spitze und setzen sich fort bis in die Augenhöhle. Sie sind kurz, flach kegelförmig, der Höhe nach unregelmässig gerunzelt, mit der Spitze etwas rückwärts geneigt. Obwohl zahlreich sind sie doch deutlich voneinander gesondert, die hintersten um so mehr als sie immer kleiner werden. Letztere haben auch ihre Spitzen aufbewahrt, während sie an den vordern mehr oder minder abgenützt sind. Die Zähne des Oberkiefers sind von ähnlicher Form und Richtung wie die untern, aber breiter und die vordern immer mehr aneinander gerückt, so dass sie im vordern Verlauf, wo sie auch sehr

stark abgenützt sind, zuletzt an der Basis miteinander verschmelzen. Die Zähne scheinen nicht eingekeilt, sondern nur dem Kieferrande eingewachsen zu sein.

Von der linken Vorderextremität sind zwar noch die 3 Hauptbestandtheile wahrnehmbar, aber alle sehr defekt. Der ziemlich starke Oberarmknochen mag eine Länge von etwas über 1″ erreicht haben; der Vorderarm mit seinen beiden gut ausgebildeten und voneinander gesonderten Knochen misst etwas über 9‴. Von der Hand liegen 4 Finger vor, an deren jedem 2 bis 3 kurze Glieder wahrnehmbar sind, woraus hervorgeht, dass die Hand nur eine geringe Länge erreichte. — Ausserdem liegen noch einige lange, starke, gekrümmte Rippen herum.

Drittes Exemplar. Wie das zweite Exemplar zur Ergänzung des Vordertheiles vom ersten dient, so das dritte zur Vervollständigung des hintern Theils von diesem, indem es das ganze Ende der Reihe der Schwanzwirbel aufbewahrt. Dieses Schwanzstück ist etwas über 2 Fuss lang und doch scheint noch das Anfangsstück desselben zu fehlen, da die vordersten Wirbel nicht die Stärke der Schwanzwirbel des ersten Exemplares erreichen. Im Uebrigen entsprechen sie in ihren Formen ganz denen von diesem Individuum; sie liegen ebenfalls mit der linken Seite im Gesteine, sind fast so hoch als lang, comprimirt, mit langen obern und untern Dornfortsätzen versehen, die erst weit hinterwärts sich verkürzen und endlich ganz verschwinden. Die letzten Wirbel sind sehr kurz und dünn. Mit den lebenden Eidechsen verglichen hat dieser Schwanz nach seiner unmässigen Länge und nach seinen Formen die meiste Aehnlichkeit mit dem des Leguans, doch sind bei letzterem die Schwanzwirbel im hintern Verlauf weit länger und schmächtiger.

Viertes Exemplar. Von diesem liegt wie vom ersten Exemplare die ganze Rumpflänge vor nebst der grössern Hälfte des Schädels

und dem Anfangsstück des Schwanzes, der fast an derselben Stelle wie bei jenem abgebrochen ist. Die ganze Länge des annoch erhaltenen Restes vom Skelet beträgt 1′ 7″, steht also im Verhältniss zu der des ersten Exemplares wie 2 : 3. Schädel und Rumpf sind mit ihrer Oberseite ins Gestein eingesenkt, daher ist von dem ersteren nur der Unterkiefer sichtbar, der nach seiner Form wie nach seinen Zähnen mit den gleichnamigen Theilen des zweiten Exemplares übereinstimmt. Der Rumpf ist eben so langstreckig und mit zahlreichen Wirbeln und Rippen versehen wie beim ersten Exemplare; die Länge der Wirbelsäule vom Anfange des Halses an bis zum Kreuzbeine mag ungefähr 10″ ausmachen.

Von den vordern Gliedmassen sind nur undeutliche Spuren vorhanden, die indess doch insoweit ausreichen, um daraus ihre auffallende Kürze abzunehmen. Besser erhalten sind die Hinterbeine, von denen auf beiden Seiten Reste vorliegen. Das ziemlich kräftige Oberschenkelbein ist ohngefähr 1″ lang, der Unterschenkel mit seinen beiden Knochen 7‴. Vom Hinterfuss sind nur von dem einen Reste aufbewahrt, aber sehr defekt. Man sieht Spuren von mindestens 3 Zehen und unterscheidet an ihnen einige Phalangen. Zwei dieser Zehen endigen mit kurzen, spitzen Phalangen, also mit Krallengliedern; die eine, welche auswärts liegt, hat vom untern Ende des Unterschenkels an bis zu ihrer Krallenspitze eine Länge von 6½‴, die andere und wahrscheinlich von allen die grösste, ist 9‴ lang. — Die Wirbel des Schwanzes haben noch mehr Masse beibehalten als die der 3 andern Exemplare, sind daher nicht so verflacht und zeigen desshalb noch eine oder zwei Längsgruben.

Zusammenstellung. Wenn auch die 4 Exemplare, die in der hiesigen Sammlung von dem Anguisaurus aufbewahrt werden, nicht in einem solchen Zustande sich befinden, dass sie eine nach allen Seiten befriedigende Beschreibung zulassen, so bieten sie doch genug Merk-

male dar, um in ihnen einen höchst eigenthümlichen Typus zu erkennen, dessen Hauptzüge in Folgendem bestehen. Der ganze Leib ist langgestreckt und schmächtig; der Schwanz mag ohngefähr ⅔ von der ganzen Körperlänge eingenommen haben. Der Schädel ist kräftig gebaut mit langem, starken, geraden Schnabel; die Zähne sind kurz, flach kegelförmig und etwas rückwärts geneigt. Der Hals ist kurz; der Rumpf hat zahlreiche rippentragende Wirbel aufzuweisen; die Bauchrippen erstrecken sich fast nach der ganzen Länge des Unterleibes. Die Vorder- wie die Hinterglieder sind kurz, insbesondere sind die Hände und Füsse verkürzt, dabei jedoch vollständig ausgebildet. Die geringe Länge der Gliedmassen steht in auffallendem Gegensatze zu der bedeutenden Entwicklung derselben bei Compsognathus; durch dasselbe Merkmal entfernt sich Anguisaurus weit von dem Typus der eigentlichen Lacerten. Eben so wenig ist aber, wie Münster meinte, der Anguisaurus als der urweltliche Repräsentant von Bipes zu betrachten, schon desshalb nicht, weil er vierfüssig ist. An die Schlangeneidechsen erinnert er nur einigermassen durch die verhältnissmässig kurzen Gliedmassen und den langstreckigen Rumpf; in allen andern Stücken ist er von ihnen verschieden. Man muss in ihm eine eigenthümliche Gruppe von Sauriern anerkennen, die nicht mehr in den Rahmen unserer lebenden Eidechsen passt; am nächsten steht ihm die gleichfalls ausgestorbene Gattung Acrosaurus. Den von Münster gegebenen Namen Anguisaurus bipes konnte ich als irrig nicht beibehalten, ich habe ihn daher in A. Münsteri umgewandelt. Zu dieser Art rechne ich unbedenklich die 3 zuerst beschriebenen Exemplare; das vierte, welches beträchtlich kleiner, aber nicht in solcher Erhaltung ist, dass man ausser der Grösse mit Sicherheit noch anderweitige Differenzen ermitteln könnte, bezeichne ich vor der Hand als Anguisaurus minor, ohne darüber entscheiden zu wollen, ob dasselbe nur als jüngeres Individuum des A. Münsteri, oder wie es wahrscheinlicher scheint, als besondere Art anzusehen sein dürfte.

Vergleichung mit andern Exemplaren von Anguisaurus und mit Pleurosaurus.

Nach Abfassung vorstehender Beschreibung der vier, der hiesigen Sammlung zuständigen Exemplare von Anguisaurus ist *H. v. Meyer's* Arbeit über den Anguisaurus bipes *Münst.* erschienen, was mich zu einigen Zusätzen veranlasst.

Zuerst gibt er eine kurze Notiz über das im Teyler'schen Museum in Haarlem aufbewahrte Exemplar, also demselben, auf welchen Münster's A. bipes begründet ist. Was hierüber Meyer aussagt, reicht vollständig aus, um daraus die Identität von A. bipes und A. Münsteri zu erkennen. Die Länge jenes Exemplares beträgt ohngefähr 3½ Fuss.

Alsdann führt er ein anderes Exemplar auf tab. 14 fig. 2 vor, das Herr Oberfinanzrath *Witte* in Hannover in Solenhofen angekauft hatte und das nach der Beschreibung der Beschaffenheit der Steinplatte ohne Zweifel ebenfalls von Daiting herrühren wird. Dasselbe zeigt die Wirbelsäule im grössten Theil ihres hintern Verlaufes auf und ausserdem noch die beiden Knochen des einen Unterschenkels. Die Vorderhälfte des Rumpfes nebst den Vordergliedern und dem Schädel fehlt völlig. Uebrigens stimmt es in allen vergleichbaren Stücken so vollständig mit unserem ersten und dritten Exemplare überein, dass eine weitere Vergleichung ganz überflüssig ist; die von Meyer gegebene Abbildung dient zugleich für unsere Vorlage. Derselbe hatte anfänglich dieses Stück zu Pleurosaurus verwiesen; nachdem er jedoch die oben erwähnte Abbildung vom Anguisaurus in Haarlem erhielt, wurde er zweifelhaft, ob nicht die beiden Gattungen zusammen gehörig sein dürften. Nachdem ich jedoch in meiner „Geschichte der Urwelt" (2. Aufl. II S. 440) behauptet hatte, dass in der Beschaffenheit der Schwanzwirbel zwischen Pleurosaurus und Anguisaurus ein bedeutender Unterschied stattfinde, stellte er, wenn auch mit erheblichen Bedenken, doch das neue Exemplar zu letzterer Gattung. Allein eine genauere Besichtigung, die ich

seitdem mit dem, der hiesigen Sammlung angehörigen Exemplare, auf welchem der Pleurosaurus Goldfussii Myr. begründet ist, vornahm, hat mich belehrt, dass meine frühere, nur auf eine flüchtige Anschauung gestützte Behauptung auf einem Irrthum beruht und dass ich dadurch meinen hochverehrten Freund verhindert habe, die von ihm bereits vermuthete Zusammengehörigkeit von Pleurosaurus und Anguisaurus mit Bestimmtheit auszusprechen. Ich bin daher jetzt genöthigt, den von mir verschuldeten Irrthum durch näheren Nachweis zu berichtigen.

An dem Original-Exemplar von Pleurosaurus Goldfussii haben sich die Schwanzwirbel lediglich in Abdrücken erhalten, nur einige der Fortsätze zeigen noch etwas Knochenmasse. Auf den ersten Anblick erscheinen diese ziemlich undeutlichen Eindrücke von ähnlicher breiter Form wie die Wirbel von Uromastix, wenn letztere von oben her betrachtet werden. Allein eine genauere Untersuchung zeigt bald das Trügliche dieses Anscheines, denn sie belehrt, dass nur der Mangel einer bestimmten Abgrenzung der Eindrücke der Wirbelkörper und ihr theilweises Verfliessen mit denen des Anfanges der Fortsätze sie breiter erscheinen lässt, als sie es wirklich sind. Aus der schief hinterwärts gekehrten Richtung der Fortsätze gibt sich dann weiter zu erkennen, dass letztere nicht die Querfortsätze, sondern die Dornfortsätze sind, dass also der Schwanz wie bei den Exemplaren von Anguisaurus nur von der Seite her sich präsentirt. Führt man nun die Breite dieser undeutlichen Eindrücke der Wirbelkörper auf ihr rechtes Maass zurück, so kommt für den Schwanz des Pleurosaurus dieselbe Form wie für den Anguisaurus heraus. In den übrigen Theilen des annoch erhaltenen Skelets, nämlich des Rumpfes und der linken hintern Extremität, herrscht ohnediess vollkommene Uebereinstimmung mit letztgenannter Gattung, so dass hiemit die Identität von Pleurosaurus und Anguisaurus erwiesen ist.

Noch habe ich zwei Bemerkungen über dieses Exemplar von Pleurosaurus Goldfussii beizufügen. Meyer möchte den Hinterfuss nur für

vierzehig ansehen, allein er ist wirklich fünfzehig, weil man in einer der Querreihen noch 5 Phalangen nebeneinander zählen kann. Der Fuss ist in richtiger Lage, so dass die fünfte Zehe dem Schwanze zugewendet ist; sie weist 3 nebeneinander geworfene Phalangen auf. Im vollständigen Zusammenhange findet sich noch die vierte und dritte Zehe; erstere (abgesehen vom Mittelfussknochen) mit 5, letztere mit 4 Phalangen. Von der Mittelhand abwärts gerückt ist die zweite und die erste oder Daumenzehe; von ersterer ist nur eine, von letzterer die beiden Phalangen übrig. Der Fuss ist überhaupt kurz, die vierte Zehe wie gewöhnlich die grösste. — Die Bauchrippen sind an ihrer Basis einfach, spalten sich aber bald in 2 feine, spitzauslaufende Strahlen.

Zuletzt habe ich noch einige Worte über ein anderes, in einer Doppelplatte vorliegendes und ebenfalls von Daiting herstammendes Exemplar zu sagen. Es liegt dasselbe in schlangenartiger Krümmung auf der Steinplatte und die Wirbelsäule verläuft vom Hinterhaupte an, von dem noch ein Stück conservirt ist, in ununterbrochener Erstreckung bis gegen die Beckengegend; dann ist sie plötzlich abgelenkt und setzt in einzelnen Wirbeln noch bis zum Rande der Platte fort. Das Skelet ist freilich in einem sehr beschädigten und wie zerfressenen Zustande, doch gibt sich seine Zugehörigkeit zu Pleurosaurus oder Anguisaurus gleich mit voller Sicherheit zu erkennen. Das Hinterhaupt, nur durch Eindrücke angezeigt, ist hinten 13 Linien breit; von da bis zu den letzten Bauchrippen, also zum Ende des Rumpfes, beträgt die Länge der Wirbelsäule 14 Zoll, was so ziemlich auf das Maass des ersten Exemplares hinaus kommen wird. Der Hals kann nur kurz gewesen sein, da schon nach kaum $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge eine Anschwellung des Leibes den Beginn der Rippen anzeigt; letztere sind von dem dieser Gattung eigenthümlichen Typus. An der Stelle, wo die Wirbelsäule plötzlich aus ihrer bisherigen Richtung verworfen wird, werden dadurch auf einem Felde von 14''' Länge und 21''' Breite die Bauchrippen in ihrer hintersten

Erstreckung aufgedeckt und breiten sich zu beiden Seiten kammartig aus. Dass ihre Strahlen, die ebenfalls gespalten sind, dünner als bei den andern Exemplaren erscheinen, rührt wohl nur vom allzustarken Abschaben bei der Bearbeitung her; wenigstens sind die letzten Strahlen, die dadurch weniger gelitten haben mögen, noch hinreichend breit. In der Mitte ihrer hintersten Erstreckung schiebt sich ein beschädigter Knochen unter, der seiner Länge nach wohl der Oberschenkel sein könnte.

Die Zugehörigkeit aller der hier aufgeführten Exemplare zu derselben Gattung, d. h. die Identität von Anguisaurus und Pleurosaurus, ist demnach ausser allen Zweifel gesetzt. Mit Ausnahme des vierten Exemplares, das ich seiner geringeren Grösse wegen als Anguisaurus minor abgesondert habe, weichen alle übrigen Individuen in ihrer Grösse wenig voneinander ab. Da sich auch in den Formen keine bestimmt ausgeprägten Differenzen zwischen ihnen habe ermitteln lassen, so hat man alle diese grösseren Exemplare, die bisher als Anguisaurus und Pleurosaurus getrennt waren, in eine Art zusammen zu fassen.

VII. Rhamphorhynchus longicaudus Münst.

Tab. 5.

Pterodactylus longicaudus. Münst. im Jahrb. f. Min. 1839 S. 676. — *Ornithocephalus longicaudus. A. Wagn.* Abh. der Münchn. Akadem. VI. 1. (1851) S. 168. — *Rhamphorhynchus longicaudus. H. v. Meyer,* über Homoeosaurus und Rhamphorhynchus longicaudus (1847) S. 12 tab. 2; Reptil. aus dem lith. Schiefer 1860 S. 81 tab. 9 fig. 5, tab. 10 fig. 4.

Das erste Exemplar von dieser Art, welches im Jahre 1838 bei Solenhofen gefunden wurde, und durch Verkauf in den Besitz des Teyler'schen Museums zu Haarlem überging, wurde vom Grafen *Münster,*

der einen Gipsabguss davon erhielt, im Jahre 1839 kurz charakterisirt. Es ist diess das erste Exemplar, an welchem das Vorkommen langschwänziger Flugeidechsen sich kund gab, während man vorher nur kurzschwänzige gekannt hatte. *H. v. Meyer,* der in Haarlem Gelegenheit hatte, das Original einzusehen, machte bemerklich, dass dieser Gipsabguss, zu dessen Anfertigung die Gegenplatte sehr gut als Form zu gebrauchen war, fast besser zu benützen ist als die Versteinerung selbst, da letztere durch Dendriten und Kalkspath so undeutlich sich darstellt, dass es schwer fällt, die Grenzen der einzelnen Knochen genau zu verfolgen. Nachdem gedachter Gipsabguss mit der Münster'schen Sammlung in die hiesige übergegangen war, lieferte ich von ihm eine ausführlichere Charakteristik. Eine Abbildung ist von diesem Exemplare nicht erschienen.

Ein zweites Exemplar kam im Jahre 1846 aus den Steinbrüchen von Eichstädt in die herzoglich Leuchtenberg'sche Sammlung und gelangte später mit derselben in die hiesige. *H. v. Meyer* lieferte von demselben bei zwei verschiedenen Gelegenheiten eine sehr vollständige Beschreibung und eine höchst treue Abbildung: zuerst in seiner Abhandlung über Homoeosaurus Maximiliani und Rhamphorhynchus longicaudus (1847) und dann im vorigen Jahre in seinem Prachtwerke: „die Reptilien aus dem lith. Schiefer". Dieses Exemplar liegt in einer Doppelplatte vor und hat den grössten Theil seines Skelets aufbewahrt, aber die Knochen der Gliedmassen sind stark aus ihrer natürlichen Lage gebracht und wirr durch- und übereinander geworfen, so dass sie dadurch zum Theil an Deutlichkeit sehr verloren haben.

Ein drittes Exemplar, ebenfalls in einer Doppelplatte aus den Steinbrüchen von Eichstädt herstammend, ist daselbst im Jahre 1857 aufgefunden und erst in diesen Tagen von Herrn Hofrath Dr. *Fischer* dahier acquirirt worden und macht jetzt ein Hauptstück in dessen ohnediess

sehr werthvoller Sammlung aus [1]). Es ist das vollständigste und schönste von den bisher gefundenen Exemplaren, denn nicht nur liegt der Schädel und die ganze Wirbelsäule im geordneten Zusammenhange vor, sondern auch die beiden vordern Gliedmassen sind in ihrer natürlichen Verbindung geblieben und in allen ihren Gliedern aufs Beste erhalten; ausserdem ist der grösste Theil der hintern Gliedmassen noch aufbewahrt, und was besonders wichtig ist und den beiden andern Exemplaren ganz abgeht, auch der Schulterapparat und das Brustbein haben sich schön conservirt. Mit der Erlaubniss seines jetzigen Besitzers lege ich hiemit von diesem in seiner Art einzigen Exemplare eine getreue Abbildung mit den dazu nöthigen Erläuterungen vor.

Dieses neue Exemplar kommt, abgesehen von einer etwas merklicheren Grösse, in allen seinen Form- und Maassverhältnissen mit den beiden früher aufgefundenen so vollkommen überein, dass hiemit seine Zugehörigkeit zu der nämlichen Art ausser allen Zweifel gesetzt ist, so dass eine umständliche Beschreibung desselben überflüssig erscheint und es genügend ist, wenn ich mich nur auf eine kurze Erörterung der wichtigsten Punkte beschränke.

Wie bei dem zweiten von Meyer abgebildeten Exemplare ist auch bei diesem der Schädel rechts gewendet und zugleich umgestürzt, so dass jetzt das Schädeldach mit dem Oberkiefer nach unten, und dagegen der Unterkiefer oberhalb zu liegen kommt. Letzterer ist so stark gewendet, dass man zwischen seine beiden, hinten um fast 3''' auseinan-

---

1) Man ist überhaupt in den letzten Jahren sehr glücklich gewesen mit Auffindung neuer Exemplare von Flugeidechsen aus dem lithographischen Schiefer. Erst kürzlich habe ich wieder eine neue Art als Pterodactylus elegans bekannt gemacht (Sitzungsberichte d. bayer. Akadem. vom 9. Februar 1861).

derstehenden Aeste hineinsieht, die aber vorn in eine lange dünne Spitze zusammenstossen. Beide Kieferspitzen verfliessen so allmählig mit dem Gesteine, dass ihr Ende nicht deutlich unterscheidbar ist. Das Hinterhaupt ist durch Kalkspath-Bildungen in seinem Innern undeutlich geworden, so dass sich an ihm nur so viel wahrnehmen lässt, dass es im Ganzen von ähnlicher Gestaltung wie bei den andern Exemplaren ist. Im Unterkiefer lassen sich an dem einen Aste noch 8 Zähne zählen, die weit hinterwärts reichen und nach vorn merklich an Grösse zunehmen. Im Oberkiefer sind nur noch die vordern Zähne gut erhalten, die ziemlich lang, sehr fein und spitz, und etwas gekrümmt sind.

Die Wirbelsäule ist vollständig und in ihrem ursprünglichen Zusammenhange vorhanden. Indem der Schädel umgedreht wurde, so dass jetzt das grosse Hinterhauptsloch nach oben gerichtet ist, und indem zugleich die Halswirbel mit letzterem in Verbindung geblieben sind, bilden diese einen Bogen, der um das Hinterhaupt wie ein Gürtel herumläuft. Da die Halswirbel von Kalkspath überwuchert sind, lässt sich weder ihre Zahl noch ihre Abgrenzung von den Rückenwirbeln angeben. Eben so lässt sich bei keinem der drei Exemplare die Abgrenzung der letzteren von den Schwanzwirbeln mit irgend einer Sicherheit bestimmen, indem die Beckenknochen zerstört sind. Nehme ich für vorliegendes Exemplar den Anfang des Schwanzes ohngefähr da an, wo der eine, höher als der andere liegende, Unterschenkel an den Schwanz anstösst, so kann ich mit hinlänglicher Schärfe 34 Wirbel in letzterem zählen; dann bleibt noch die feine Spitze von 4''' Länge, in der ich die Glieder nicht mehr unterscheiden kann, die hier, weil weit kleiner, auch viel zahlreicher sind, deren aber mindestens 6 anzunehmen sind, so dass der ganze Schwanz aus ohngefähr 40 Wirbeln bestehen würde. Zu seinen beiden Seiten sind die Wirbel von den gewöhnlichen Knochenfäden eingesäumt.

Was dem neuen Exemplare einen besondern Werth verleiht, ist der

Umstand, dass das Brustbein und der Schulterapparat, die den andern Platten ganz abgehen, vollständig und in ihrer natürlichen Verbindung vorliegen. Ersteres bildet eine kleine, halbovale, innen etwas ausgehöhlte Platte, die in der Quere $4\frac{2}{3}$ und in der Länge 3 Linien misst. Rabenschnabelbein (os coracoideum) und Schulterblatt, für beide Seiten des Körpers vorliegend, fügen sich gegenseitig, am obern Kopf des Oberarms, fest aneinander an, sind aber nicht miteinander verschmolzen, sondern wie man deutlich sieht, durch eine Gelenkung scharf von einander geschieden. Die Rippen sind fein und kurz.

Im vortrefflichsten Zustande sind die beiden Vordergliedmassen aufbewahrt und zwar in der ursprünglichen Verbindung ihrer sämmtlichen Theile. Das Oberarmbein ist ziemlich kurz, etwas gebogen und am obern Ende flügelförmig erweitert und in der Mitte ziemlich tief ausgeschnitten, so dass es die gleiche Form wie bei den grossen Arten von Rhamphorhynchus hat. Wenn das zweite, aus der herzoglich Leuchtenberg'schen Sammlung herstammende Exemplar am obern Ende eine etwas abweichende Form zeigt, so rührt diess nur von Beschädigung des Randes her. Der Vorderarm ist der ganzen Länge nach in seine beiden Knochen geschieden. Die Mittelhand ist noch nicht halb so lang als der Vorderarm und zeigt ihre 4 Knochen mit den 4 vollständigen Fingern. Der erste Finger besteht, mit Inbegriff des Krallengliedes, aus 2, der zweite Finger aus 3 und der dritte aus 4 Phalangen; das vorletzte Glied ist immer das längste. Der vierte oder Flugfinger hat seine gewöhnlichen 4 Glieder, die allmählig an Länge abnehmen; nur das letzte ist etwas länger als das dritte.

Ausserordentlich schwach und kurz sind die Hintergliedmassen. Am Unterschenkel lassen sich wenigstens am Anfang seine beiden Knochen unterscheiden. Von den feinen Mittelfussknochen sind drei dicht aneinanderliegende vollständig erhalten; vom vierten ist nur

das Anfangsstück noch übrig. Auf der entgegengesetzten Seite ist noch der bei allen Flugeidechsen vorkommende kurze, etwas gekrümmte und zugespitzte Stummel sichtlich. Die feinen kurzen Zehen sind durcheinander geworfen und lässt sich daher ihre Gliederung nicht genau angeben. Man wird jedoch nicht irren, wenn man für sie dieselben Zahlen annimmt, wie sie sich in Meyer's Tab. 9 Fig. 1 und 3 darstellen, nämlich 2, 3, 4 und 5 Phalangen mit Inbegriff des schwachen Krallengliedes.

In der nachstehenden Tabelle bezeichnet die Ziffer III das neue Exemplar, II das aus der herzoglich Leuchtenberg'schen Sammlung herstammende Exemplar, und I das zuerst aufgefundene, von dem ein Gipsabguss hier aufbewahrt wird.

	III		II		I	
Ganzer Körper von der Unterkieferspitze bis zum Schwanzende	8″	0‴	7″	8‴	7″	6‴
Schädel bis zur Unterkieferspitze	1	6	1	5	1	4
Hals- und Rumpfwirbelreihe, fraglich	2	5	2	4	2	3
Schwanzwirbelreihe, fraglich	4	2	3	10	3	9
Oberarm	0	7½	0	7	0	7
Vorderarm	1	1	1	0	1	0?
Mittelhandknochen für den Flugfinger	0	5½				
Flugfinger im Ganzen	4	11	4	7	4	5½
1stes Glied desselben	1	4	1	3	1	3½
2tes „ „	1	3	1	2	1	2
3tes „ „	1	1	1	0?	1	½
4tes „ „	1	2¾	1	2	0	11½?
Dritter Finger (mit 4 Phalangen)	0	5				
Oberschenkel	0	6			0	5
Unterschenkel	0	7½	0	7	0	7
Mittelfuss	0	4½				

Wie schon bemerklich gemacht wurde, ist die Abgrenzung der Halswirbel von den Rückenwirbeln und letzterer von den Schwanzwir-

beln nicht mit Sicherheit anzugeben. Wenn in Nr. I das letzte Glied des Flugfingers kürzer als das vorletzte erscheint, so wird diess nur davon herrühren, dass sein feines Ende verloren gegangen ist.

Noch ist bemerklich zu machen, dass *H. v. Meyer* von einem vierten Exemplare ein Fragment, ebenfalls von Eichstädt, besitzt, das er in seinen „Reptilien aus dem lith. Schiefer" S. 84 beschrieben und Tab. 10 Fig. 4 abgebildet hat. Es besteht nur aus dem vollständigen Schwanze mit mehreren Wirbeln der vordern Partie und einigen Theilen der hinteren Gliedmassen, die auf ein etwas kleineres Thier, aber von gleicher Art mit Rh. longicaudus schliessen lassen.

Der Rh. longicaudus ist eine von den grossen, als Rh. Münsteri, Rh. Gemmingi und Rh. longimanus bezeichneten Arten sehr scharf unterschiedene eigenthümliche Form. Er erreicht nur ungefähr ein Drittel ihrer Grösse, und die Augenhöhle, welche bei diesen in das hintere Drittel der Schädellänge fällt, fängt bei ihm schon in der Mitte derselben an. Daher ist sein Schnabel verhältnissmässig weit kürzer als bei den grossen Arten, zugleich auch das Hinterhaupt etwas dicker.

VIII. Ichthyosaurus leptospondylus Wagn.

Tab. 6.

Ichthyosaurus leptospondylus. Wagn. München. gel. Anzeig. XXXVI (1853) S. 25; Abh. d. bayr. Akadem. VII tab. VI (tab. 3) fig. 14. 15 (Zahn).

Schon im Jahre 1853 habe ich Nachricht gegeben von 2 Exemplaren von Ichthyosaurus, die in den lithographischen Schiefern aufgefunden worden waren: das eine bei Kelheim im Besitz des Herrn Dr. Oberndorfer, das andere bei Solenhofen dem Herrn Landarzt Häberlein angehörig. Nur vom ersteren habe ich damals eine Beschreibung mitgetheilt; vom zweiten und weit vollständigeren habe ich erst jetzt dazu

Gelegenheit erlangt, indem es durch Ankauf der Häberlein'schen Sammlung in den Besitz der hiesigen übergegangen ist.

Vom Schädel und der noch in leidlichem Zusammenhang gebliebenen Wirbelsäule ist eine Länge von 2′ 10″ aufbewahrt, wovon der erstere 12″ einnimmt. Da in der Nähe des Abbruches der letzteren mehrere Flossentafeln des Hinterfusses umherliegen, so mag ihr vorhandener Ueberrest sich bis zur Beckengegend erstreckt haben, woraus dann zu schliessen ist, dass die vollständige Länge dieses Exemplares ohngefähr mit der des J. integer zusammen getroffen, d. h. beiläufig 4½ Fuss erreicht hätte. Uebrigens ist diese ganze Partie des Skeletes in einem sehr defekten und zerrütteten Zustande. Der Schädel ist im Gestein eingesenkt, so dass nur die Kiefer frei hervortreten; am besten sind die beiden Aeste des Unterkiefers erhalten, die einen schwach bogenförmigen Verlauf haben und allmählig nach vorn sich zuspitzen. Die Wirbelsäule ist wie zerfressen, so dass sich die Zahl der noch vorhandenen Wirbel nicht angeben lässt; die letzteren haben die gewöhnliche Form der Damenbrettsteine und die grössten aus dem hintern Theil des Rückens erreichen einen Durchmesser von 12 bis 13 Linien.

Unterhalb des Schädels liegt isolirt die eine Hälfte des einen Augenhöhlenringes, der einen Durchmesser von 3″ zeigt, also von ausserordentlicher Grösse in Betracht der geringen Grösse dieses Individuums ist. Man sieht noch 5 bis 6 Schuppen des Knochenringes der Scleotica, auf deren vordern Hälfte noch eine andere Lage von 3 Schuppen liegt. In der Nähe kommen 3 andere Knochen vor: der eine ist flach, abgestutzt keilförmig, 11‴ lang und am vorderen breiten Ende 8‴ breit; jederseits geht ein langer, stabförmiger Knochen ab von beiläufig 2½ Zoll Länge. Diese 3 Knochen mögen wohl das Zungenbein mit seinen beiden Hörnern darstellen.

Die Zähne sind alle aus den Kiefern ausgefallen und liegen in

grosser Anzahl zerstreut herum. Sie sind von geringer Grösse, höchstens 6½ Linien lang, dabei etwas gekrümmt, am Wurzeltheil stark gefurcht, an der Krone fast ganz glatt, nur einige mit sehr feinen Längsstreifen.

Die Rippen sind schlank und zeigen eine Längsfurche, die wohl nur von dem Druck auf die innere Aushöhlung derselben herrührt. An einer der vordern Rippen kann man deutlich wahrnehmen, dass ihr vorderes Ende zweiköpfig ist.

Mit den beiden Schulterblättern, von denen das eine sich in verkehrter Richtung findet, grenzt zusammen das eine Rabenschnabelbein (os coracoideum) und vor diesem das Keilbein. Die Schulterblätter sind schmächtig, aber am untern Ende stark erweitert; sie sind ohngefähr 2'' 6''' lang, in der Mitte 5½''' breit, am untern Ende 1'' 5'''. Das Rabenschnabelbein ist am untern Rande verdeckt und zeigt, wie es auch bei J. integer der Fall ist, an seinem obern Rande keinen Ausschnitt; sein äusserer Rand hat nur eine geringe Ausschweifung. Das Keilbein ist ähnlich dem des J. avirostris *Wagn.* (J. tenuirostris Auct.) geformt; seine Breite beträgt 1'' 3''', die Länge 11'''; ihm angefügt ist der lange, schwertförmige Fortsatz, der 2'' 4''' misst.

Von der Vorderflosse liegen wohl alle Täfelchen, aus denen sie zusammengesetzt war, vor, aber nicht mehr in ihrer natürlichen Anordnung, sondern auseinander geworfen, so dass sich die Zahl der Finger nicht ermitteln lässt. Die Anzahl dieser Täfelchen ist ungemein gross, denn man kann in der einen Flosse etwas über hundert derselben zählen. Sie sind alle von geringer Grösse; an einem der grössten misst der längere Durchmesser 7''', der kürzere 5½; von da an sinken sie allmählig herab bis nur zu einer Linie Durchmesser. Ihre Formen sind sehr mannigfaltig; gewöhnlich sind sie fünf- und sechsseitig, andere unregelmässig länglich-vierseitig, die kleinsten meist rundlich. Fast alle

Täfelchen sind von einem Saume umfasst, keines ist ausgeschnitten. — Auch von der einen Hinterflosse sind Täfelchen vorhanden, doch weit spärlicher und viel kleiner als die aus der Vorderhand. — Ziemlich tief abgerückt von ihnen kommt auch noch ein Oberschenkelknochen zum Vorschein von der gewöhnlichen Form; seine Länge nach der Mittelachse beträgt 9''', die Breite in der Mitte des Knochens 4½'''.

Bei Vergleichung des vorliegenden Exemplares mit dem von Kelheim ergiebt sich sowohl nach den Form- als Maassverhältnissen eine völlige Uebereinstimmung. Nur in der Höhe des hintern Theils des Unterkiefers zeigt sich eine merkliche Differenz, indem dieselbe bei dem Exemplare von Kelheim beträchtlich grösser ist als bei dem unserigen, was mir jedoch lediglich Folge des Erhaltungszustandes zu sein scheint. Bei ersterem nämlich hat der Kieferast keine Verdrückung erlitten, wohl aber der des unserigen, und zwar in der Richtung von oben nach unten, wodurch er jetzt schwächer erscheint, als er ursprünglich war. Es unterliegt daher keinem Anstande, beide Exemplare als einer und derselben Art angehörig zu erklären.

Ein Vergleich mit den Arten von Ichthyosauren aus dem Lias kann gleich von vorn herein als fast überflüssig angesehen werden, da es etwas Unerhörtes wäre, wenn eine Art des Lias sich auch noch im lithographischen Schiefer einstellen sollte. Wollen wir jedoch eine solche Vergleichung gleichwohl vornehmen, so könnte sie nur den J. integer und J. intermedius treffen, weil beide ebenfalls nur eine geringe Grösse erreichen und ihre sämmtlichen Flossentafeln ungekerbt sind. Indess unterscheidet sich J. integer von unserem J. leptospondylus schon durch eine ganz andere Form der Rabenschnabelbeine und durch grössere, aber spärlichere Flossentäfelchen; der J. intermedius differirt aber schon durch längere, deutlich gestreifte und im Wurzeltheil weit mehr angeschwollene Zähne von unserer Art so sehr, dass man von jeder

weiteren Vergleichung abstehen kann. Der J. leptospondylus ist demnach eine von allen andern wohlverschiedene selbstständige Species, welche in dem lithographischen Schiefer den Repräsentanten der Gattung Ichthyosaurus ausmacht.

Erklärung der Tafeln.

Tab. 1.

Platychelys Oberndorferi WAGN.

Nach dem neuaufgefundenen Exemplare im Besitze des Herrn Gerichtsarztes Dr. Oberndorfer in Kelheim gezeichnet.

Tab. 2.

Euryaspis radians WAGN.

Die Zeichnung zu dieser Tafel und zu Tab. 4 verdanke ich der kunstfertigen Hand eines sehr eifrigen Zuhörers, Herrn Stud. G. Schweinfurth aus Riga.

Tab. 3.

Compsognathus longipes WAGN.

* Die beiden losgelösten Hälften des Zwischenkiefers.

** Die beiden, aufeinander gepressten Sitzbeine.

Das Exemplar ist Herrn Dr. Oberndorfer zugehörig.

Tab. 4.

Anguisaurus Münsteri WAGN.

Die obere Figur stellt das zweite Exemplar dar.

Die untere Figur stellt den hintern Theil des vierten Exemplares dar, von der Beckengegend an gerechnet, und hat die hintern Gliedmassen nebst dem Anfangsstück des Schwanzes aufzuweisen. Ich habe dieses Exemplar als Anguisaurus minor von den andern unterschieden.

Tab. 5.

Rhamphorhynchus longicaudus MÜNST.

Exemplar im Besitze des Herrn Hofrathes Dr. Fischer dahier.

Tab. 6.

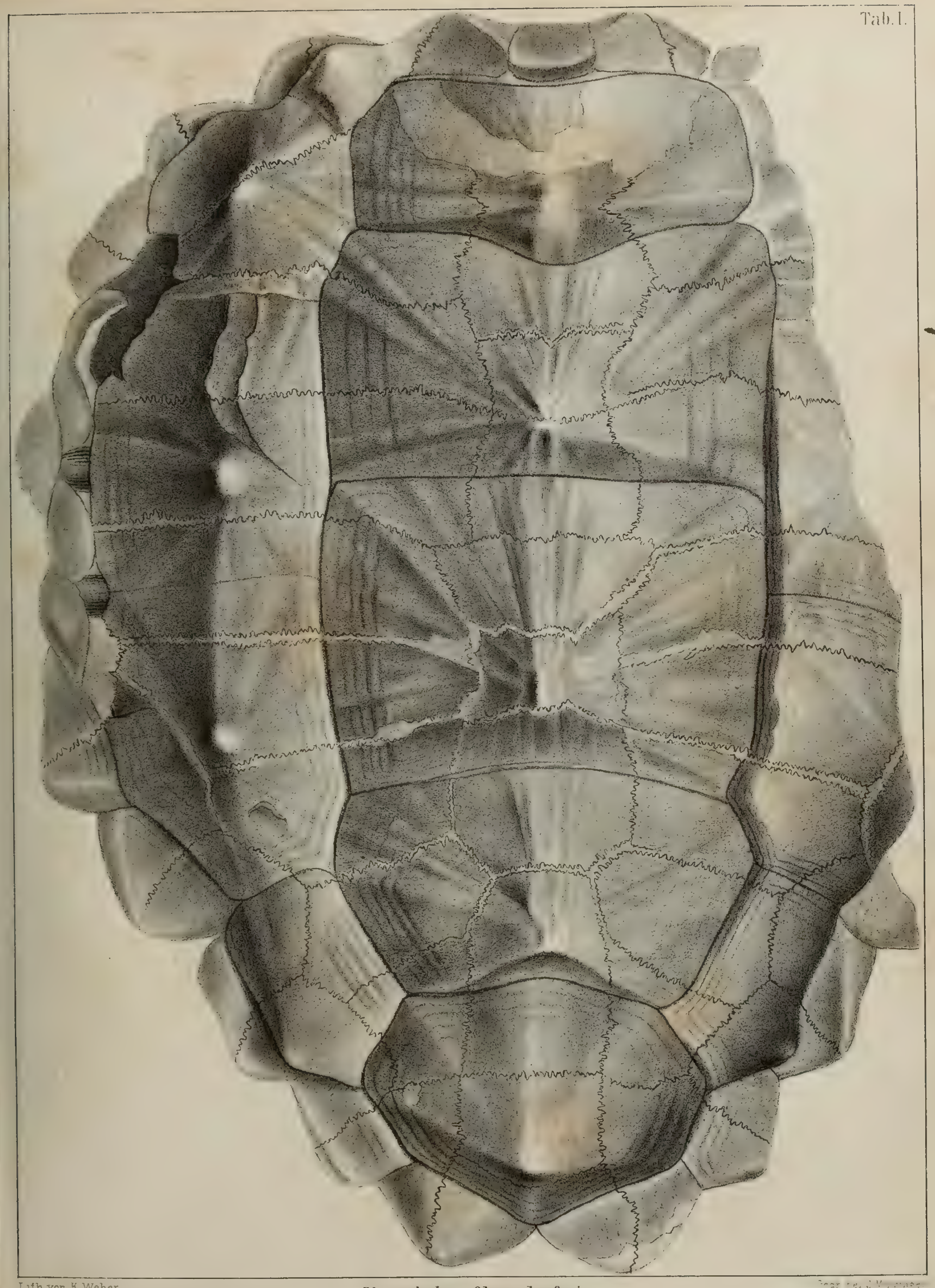
Ichthyosaurus leptospondylus WAGN.

* Die eine Hälfte des Augenringes.

** Keilbein (os sphenoideum) mit seinem schwertförmigen Fortsatze. Angrenzend ist das eine Rabenschnabelbein (os coracoideum) mit den beiden Schulterblättern.

† Ansicht von dem Eindrucke der Gelenkfläche eines Rückenwirbels.

Ich habe von der Platte, auf welcher dieser Ichthyosaurus liegt, nur die charakteristischen Theile zeichnen lassen, indem die übrigen zu sehr beschädigt sind, als dass ihre Abbildung von Belang sein könnte.



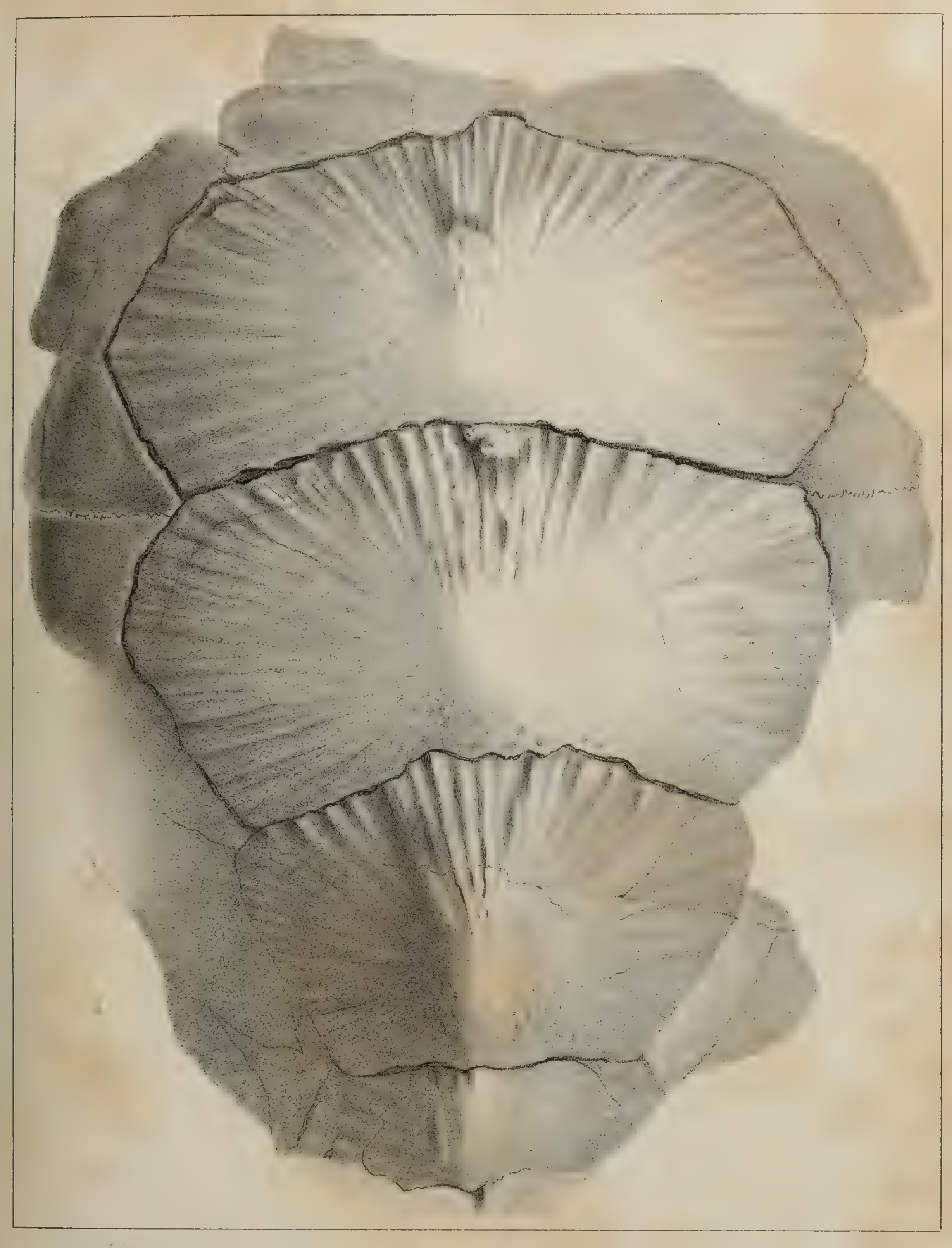
Lith von K. Weber

Abh. der math. phys. Classe Band IX. Abth. 1.

Platychelys Oberndorferi.

Zu Wagners neue Beiträge II Tab. I





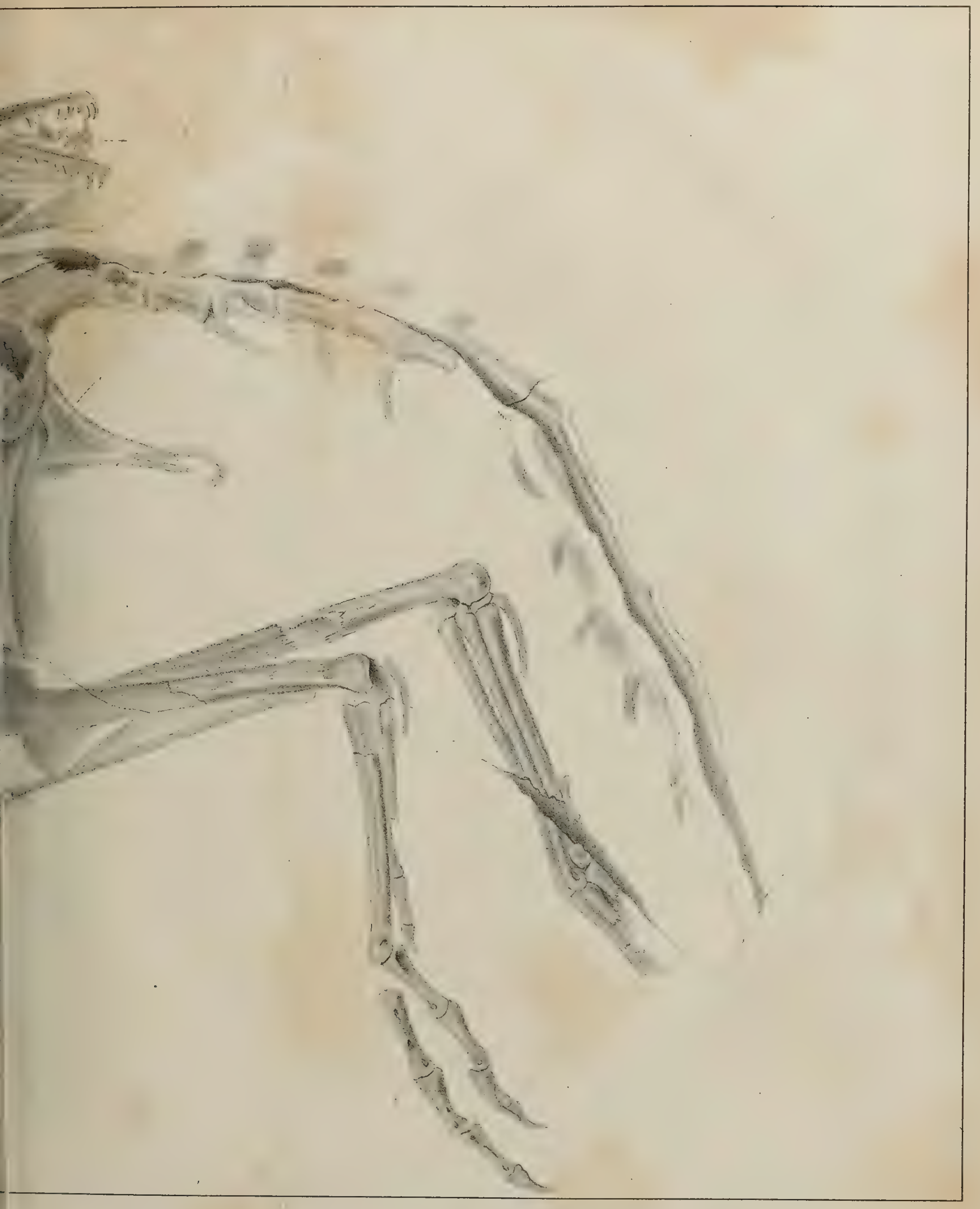
Euryaspis radians.




BRITISH
NATURAL HISTORY.

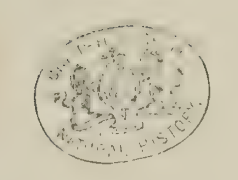


Compsognat[h]



Gedr. bei S. Minsinger.

s longipes.





Anguisaurus Münsteri.

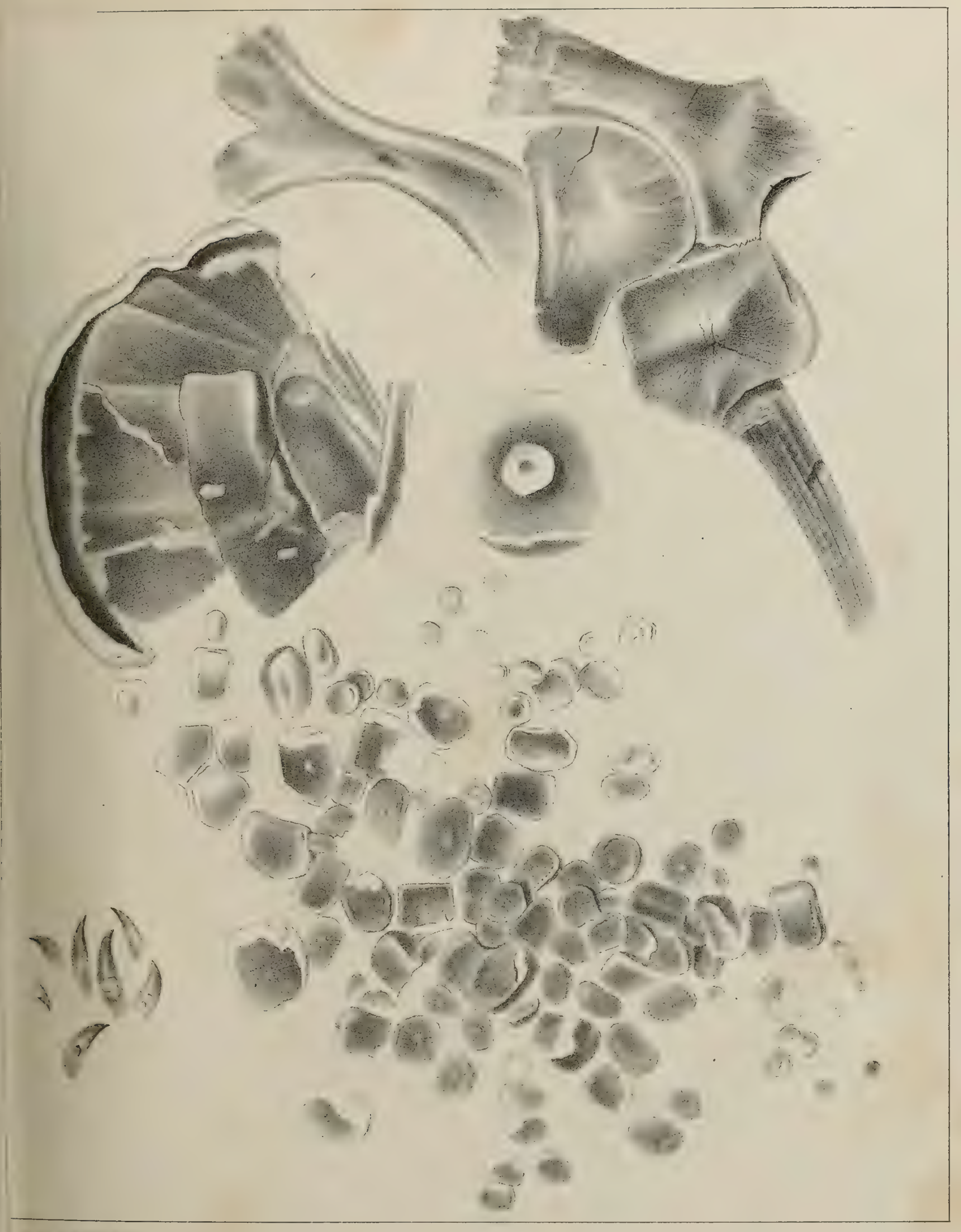




Gedr. bei S. Minsinger.

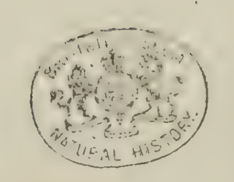
Rhamphorhynchus longicaudus.





Lith. v. K. Weber

Jchthyosaurus leptospondylus.



Untersuchungen

über die

Arterien der Verdauungswerkzeuge der Saurier

von

Dr. Heinrich Rathke,
Geh Medicinalrathe und Professor.



Untersuchungen über die Arterien der Verdauungswerkzeuge der Saurier,

von

Dr. Heinrich Rathke.

---

§. 1.

Die Arterien, welche sich bei den Sauriern zu den Werkzeugen der Verdauung begeben, bieten bei den verschiedenen Arten dieser Thiere in Hinsicht der Zahl, des Ursprunges, des Verlaufes und der Verbreitung so viele und so grosse Verschiedenheiten dar, wie wohl in keiner andern Ordnung der Wirbelthiere. Zur Kenntniss derselben aber sind bis jetzt nur erst sehr wenige Mittheilungen gemacht worden. Ich gebe daher in der vorliegenden Abhandlung eine Beschreibung dieser Arterien, wie ich sie bei einer Untersuchung von ziemlich vielen Sauriern gefunden habe, und zwar zu einer leichtern Uebersicht der Verschiedenheiten, die sie in den einzelnen Unterordnungen der in Rede stehenden Gruppe der Reptilien zeigen, in einer ähnlichen Weise, wie ich vor zwei Jahren diejenigen Arterien der Saurier beschrieben habe, welche sich vorzüglich durch den Hals und den Kopf derselben verbreiten [1]).

---

1) Untersuchungen über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier. Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien. Band XIII. Wien 1857.

Die Bemerkungen, welche ich am Schlusse der Abhandlung gemacht habe, betreffen einige Verhältnisse in der Entwickelung des arteriellen Systems der Wirbelthiere, die noch sehr im Dunkeln liegen und über die erst spätere Forschungen werden eine befriedigende Aufklärung geben können. Mögen daher diese Bemerkungen nur für Hindeutungen darauf angesehen werden, was bei Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere wohl ebenfalls noch würde zu beachten sein dürfen.

I. Ringelechsen.

Von den Ringelechsen habe ich auf die Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge untersucht. Amphisbaena alba, Amph. vermicularis, Amph. fuliginosa und eine der letztgenannten sehr ähnliche Amphisbäne, deren Hautbedeckung aber an dem Schwanz nur 7 vollständige Ringel bildete und die ich in dem Folgenden unter dem Namen der Amph. dubia aufführen werde [1]), ferner Lepidosternon microcephalum und ein Exemplar derselben Gattung, das hier mit dem Namen des Lep. phocaena bezeichnet sein mag, weil es mit dem Exemplar der Gattung Lepidosternon, welches *Dumeril* und *Bibron* bei der Aufstellung dieser Art vor Augen gehabt haben, nach der davon in deren Erpetologie (Theil V.) befind-

---

1) In der Zahl und der Form der Zähne und der Kopfschilder stimmte sie völlig mit Amph. fuliginosa überein. Auch war bei ihr die Stirn flachmuldenförmig. Die Schnauze aber, wie überhaupt die vordere Hälfte des Kopfes, war verhältnissmässig breiter, als bei mehrern Exemplaren von A. fuliginosa, die ich in Händen hatte. Zwischen dem Munde und dem After kamen 216 Ringel vor. Am vordern Rande des Afters befanden sich 8 Hautschilder und vor denselben 8 ziemlich grosse Poren. Der Schwanz war nur sehr kurz, cylindrisch und an seinem Ende stumpf abgerundet. Die Hautbedeckung war an seinem Ende in viele kleine Felder abgetheilt, und es liess sich daher nicht annehmen, dass er etwa verstümmelt war. Die Farbe der Haut war sehr verblichen, aber an der Rückseite des Körpers noch schwach bräunlich mit halben und ganzen sehr schmalen weissen Querstreifen.

lichen Beschreibung die meiste Aehnlichkeit hatte und davon — vielleicht wegen eines weiter vorgeschrittenen Alters — nur darin verschieden war, dass bei ihm die Hautbedeckung eine etwas grössere Zahl von Ringeln bildete, nämlich am Halse 18 statt 12 halber, am Rumpfe 234 statt 210 ganzer und am Schwanze 12 statt 10 ganzer Ringel[1]).

Das Herz liegt bei den Ringelechsen in der Regel weit nach hinten. Die linke Aortenwurzel hat bei ihnen nur eine sehr geringe Länge, die rechte aber, die eine mässig lange und über jene nach vorn hinausragende Schlinge bildet, eine viel grössere. Beide vereinigen sich über dem Herzen ziemlich weit hinter den sehr kleinen Schulterblättern, und zwar bei Amphisbaena fuliginosa, Amph. dubia, Lepidosternon microcephalum und Lep. phocaena ungefähr am Ende des ersten Viertels der langgestreckten Rumpfhöhle, bei Amphisbaena alba aber gleich hinter dem ersten Sechstel und bei Amphisbaena vermicularis gleich hinter dem ersten Siebentel dieser Höhle.

Die Speiseröhre geht in den Magen weit hinter dem Winkel über, unter welchem sich die Aortenwurzeln zu dem Aortenstamm vereinigen, namentlich bei Amphisbaena vermicularis, Amph. alba und Lepidosternon microcephalum kurz vor dem zweiten Drittel der Rumpfhöhle, bei Amph. fuliginosa, Amph. dubia und Lep. phocaena eine mässig grosse Strecke

---

1) Mit Lepidosternon phocaena, wie dasselbe von *Dumeril* und *Bibron* beschrieben worden ist, stimmte das von mir untersuchte Exemplar theils in Hinsicht der Zahl der Zähne, theils auch in Hinsicht der Zahl und Form der Kopfschilder, der Brustschilder und der Afterschilder völlig überein; auch kamen bei ihm 4 nach der Länge des Körpers verlaufende Furchen vor. Uebrigens war die Farbe ihrer Hautbedeckung weiss mit einem Strich ins Ockergelbe. Rumpf und Schwanz waren allenthalben beinahe gleich dick. Die grösste Breite des 22″ 2‴ langen Thieres betrug 1″ 3‴.

vor der Mitte dieser Höhle. Ihre vor dem Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln gelegene Hälfte wird durch mehrere Zweige der langen gemeinschaftlichen Carotiden, wie auch ausserdem durch einige kleine Zweige der äussern Carotiden mit Blut versorgt. Ihre hintere Hälfte aber erhält mehrere in einer Reihe auf einander folgende Aeste von dem Aortenstamm, welche Aeste durch den vordern Theil einer grossen Falte des Bauchfells, die als ein Gekröse die hintere Hälfte der Speiseröhre, den Magen und den Darm an die Rückenwand der Rumpfhöhle befestigt, hindurchlaufen und um so länger und um so schräger nach unten und hinten gerichtet sind, je weiter sie von den Aortenwurzeln entfernt ihren Ursprung haben. Drei solche *Arteriae oesophageae* zählte ich bei Lepidosternon microcephalum und Lep. phocaena, 4 bis 5 bei Amphisbaena fuliginosa und Amph. dubia, 7 bei Amph. vermicularis, 7 bis 9 bei Amph. alba. Weiter nach hinten sendet die Aorta einen oder einige ebenfalls unpaarige und in dem Gekröse schräg nach unten und hinten laufende Aeste als *A. A. gastricae* aus, die sich an der vordern Hälfte des Magens verbreiten. Nur eine solche Arterie fand ich bei Lepidosternon phocaena und Amph. vermicularis, 2 bis 3 bei Amphisbaena fuliginosa und Amph. dubia, 3 bei Lepid. microcephalum, 4 bis 9 bei Amph. alba.

Ueber der hintern Hälfte des langgestreckten Magens und entweder nur etwas hinter der Mitte der Rumpfhöhle (Amph. alba und Amph. vermicularis) oder weit hinter derselben (Amph. fuliginosa, Amph. dubia, Lepid. microcephalum und Lepid. phocaena) entsendet die Aorta eine mässig dicke *Arteria coeliaca.* Meistens verläuft diese Arterie erst über, dann dicht auf der hintern Hälfte des Magens in der Richtung von vorn nach hinten, gibt dabei an den Magen mehrere Zweige ab, von denen sich der erste mit der zunächst vor ihm befindlichen A. gastrica verbindet, sendet auch einen Zweig für die Leber aus und zertheilt sich hinter dem Magen in einige kleine Zweige, die sich in dem

vordersten Theil des Dünndarms, der Bauchspeicheldrüse und der dicht vor dieser Drüse liegenden Milz verbreiten. Anders aber verhielt sie sich bei einem von drei untersuchten Exemplaren der Amphisbaena fuliginosa, bei dem sie ungewöhnlich weit nach hinten über dem Ende des Magens entsprang. Bei dieser nämlich theilte sie sich in einer mässig grossen Entfernung von ihrem Ursprunge in 2 Aeste, von denen der eine nach vorn auf den Magen überging, sich auf der hintern Hälfte desselben verbreitete und die Art. hepatica abgab, der andere auf dem Dünndarm eine ziemlich lange Strecke nach hinten verlief und sich theils auf diesem Abschnitt des Darms, theils auch in der Bauchspeicheldrüse und mittelst eines kleinen Zweiges in der Milz verbreitete. — Die Art. hepatica ist bei den Ringelechsen ein nur wenig langer und im Verhältniss zu dem Umfange der Leber auch nur wenig dicker Zweig der A. coeliaca, der sich von oben her zum hintern Rande dieses Organs, wo sich an demselben eine kurze Incisura interlobularis befindet, hinbegibt, hier sich an die Pfortader anschliesst und darauf mit ihr zusammen an der obern Seite der Leber in dieses Organ eindringt.

Hinter der Art. coeliaca und in einer ziemlich grossen Entfernung von derselben entsendet der Aortenstamm für den Darm bei einigen Ringelechsen, namentlich bei Amph. alba, Amph. fuliginosa, Amph. vermicularis und Lepid. phocaena, 2 starke Aeste, die ihrer Verbreitung nach als *Art. mesenterica anterior* und *Art. mesenterica posterior* zu bezeichnen sind. Die letztere aber entspringt nicht, wie es bei den Säugethieren und noch andern Wirbelthieren der Fall ist, hinter der erstern, sondern, wie bei vielen oder vielleicht den meisten von denjenigen Schuppenechsen, welche 2 dergleichen Arterien besitzen (§. 8) vor jener, und zwar entweder mässig weit (z. B. bei einer beinahe 17″ langen Amph. vermicularis 3‴ weit) oder (wie namentlich bei Amph. fuliginosa und Lepid. phocaena), dicht vor und links von derselben. — Die Art. mesenterica anterior läuft durch das Gekröse fast gerade

abwärts und spaltet sich in 2 Aeste, die sich an der vordern Hälfte des Dünndarms verbreiten, und von denen der eine nach hinten bis ungefähr zur Mitte dieses Darmstücks, der andere nach vorn bis in die Nähe der Bauchspeicheldrüse oder bis zu dieser Drüse selbst verläuft. Die Art. mesenterica posterior läuft in dem Gekröse über den Dünndarm sehr schräg nach hinten, geht links neben der A. mesenterica anterior mit ihr sich kreuzend vorbei, gibt auf ihrem Wege mehrere in einer Reihe auf einander folgende Zweige, die eine sehr verschiedene Dicke haben, nach unten an die hintere Hälfte des Dünndarms ab, schliesst sich darauf der oberen Seite des Dickdarms an und endet auf der hintern Hälfte desselben.

Bei Amphisbaena dubia und Lepidosternon microcephalum kommt statt zweier Darmarterien eine *Art. mesenterica communis* vor, die aber ebenfalls, wie jene beiden Gefässe anderer Ringelechsen, aus der Aorta weit hinter der Art. coeliaca entspringt. In einiger Entfernung von ihrem Ursprunge theilt sie sich in 2 Aeste, die sich in ihrem Verlauf und ihrer Verbreitung ähnlich, wie bei andern Amphisbäniden die A. mesenterica anterior und die A. mesenterica posterior verhalten. (Bei dem Exemplar von Lepid. microcephalum, welches ich untersuchte, erstreckte sich ihr vorderer Ast bis auf die Bauchspeicheldrüse, die also theils von diesem Aste der A. mesenteria communis, theils auch von der A. coeliaca kleine Zweige erhielt.)

Nahe vor dem Ende der Rumpfhöhle entsendet der Stamm der Aorta noch 3 bis 4 *Arteriae haemorrhoidales,* die in einer Reihe auf einander folgen, um so kürzer und dünner sind, je weiter sie nach hinten entspringen, und sich an dem hintersten Viertel oder Drittel des Dickdarms verbreiten.

II. Schuppenechsen mit Ausschluss der Varaniden.

§. 3.

Die Aortenwurzeln dieser Saurier haben eine ziemlich gleiche und im Allgemeinen nur sehr mässig grosse Länge. Der Winkel, unter dem sie in den Aortenstamm übergehen, befindet sich in einer nur kleinen oder nur sehr mässig grossen Entfernung von dem vordern Ende der Rumpfhöhle, jedenfalls aber, wie bei den Ringelechsen, weit vor der Mitte dieser Höhle. Unter den Schuppenechsen, welche ich darauf untersucht habe, fand ich ihn dem vordern Ende der Rumpfhöhle am nächsten bei Draco viridis und Agama colonorum, am weitesten aber davon entfernt — abgesehen von den Varaniden — bei Ophisaurus ventralis und Acontias Meleagris [1].

Die Speiseröhre reicht bei den Schuppenechsen zwar ebenfalls, wie bei den Ringelechsen, über den Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln nach hinten hinaus, doch bei einigen nur eine sehr kurze, bei andern nur eine sehr mässig lange Strecke. Das Erstere ist z. B. bei Euprepis Merremii, Cyclodus nigro-luteus, Polychrus marmoratus, Chamaeleo verrucosus und Cham. vulgaris der Fall, das Letztere bei Lacerta agilis, Lac. ocellata, Iguana tuberculata, Uperanodon pictum (Calotes pictus), Zonurus cordylus, Gongylus ocellatus und Pseudopus Pallasii.

§. 4.

Die vordere oder in dem Halse liegende Hälfte der Speiseröhre erhält mehrere Zweige von den gemeinschaftlichen Carotiden, welche

---

1) Ein Näheres hierüber habe ich angegeben in meiner Abhandlung über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier.

Zweige aber hinsichtlich der Zahl und der Ausbreitung, selbst bei einer und derselben Art von Schuppenechsen, mancherlei Verschiedenheiten zeigen. Die hintere oder in der Rumpfhöhle gelegene Hälfte der Speiseröhre erhält mehrere Arterien, die entweder von einer oder von beiden Aortenwurzeln und meistens auch von dem Aortenstamme als besondere Aeste ausgehen. Was die aus den Aortenwurzeln entspringenden anbelangt, so sendet die rechte Aortenwurzel bei mehreren Arten der Schuppenechsen nach Abgabe der Carotiden einen bis drei, die linke aber bei eben denselben und bei noch vielen andern Arten einen bis vier nur allein für die Speiseröhre bestimmte Aeste aus. In der Regel haben diese *A. A. oesophageae* nur eine geringe Grösse und bleiben auf die hintere Hälfte der Speiseröhre beschränkt: bei den Chamäleonen aber, bei denen aus jeder Aortenwurzel wenigstens ein solcher Ast entspringt, dringt derselbe nach vorn aus der Rumpfhöhle heraus und verbreitet sich auch auf der vordern Hälfte der Speiseröhre, indem er an ihr ziemlich weit nach vorn verläuft. Aus dem Aortenstamm erhält die Speiseröhre meistens noch einen oder einige wenige (bis 4) in einer Reihe aufeinander folgende kleine Aeste, die von ihm gleich hinter seinen Wurzeln ausgesendet werden: nur sehr selten empfängt sie von ihm keinen Ast, was namentlich bei Phrynosoma Harlanii der Fall ist. Nach dem Angeführten wird also bei den meisten Schuppenechsen die hintere Hälfte der Speiseröhre aus der linken Wurzel und dem Stamme der Aorta mit Blut versorgt, bei manchen ausserdem aber auch aus der rechten Wurzel dieser Arterie.

§. 5.

Ausser einem oder einigen kleinen Aesten, die für den hintersten Theil der Speiseröhre bestimmt sind, sendet bei den meisten Schuppenechsen der Aortenstamm in der vordern Hälfte der Rumpfhöhle ähnlichermassen, wie bei den Ringelechsen, auch einen oder einige kleine oder

doch nur mässig grosse Aeste als *A. A. gastricae* für den Magen aus, auf dem sich dann dieselben von der Cardia mehr oder weniger weit nach hinten, doch niemals bis zu dem Pylorus ausbreiten. Nur selten wird dem Magen nicht durch einen oder einige besonders für ihn bestimmte Aeste Blut zugeführt, so namentlich nicht bei manchen Exemplaren der Iguana tuberculata; wenigstens vermisste ich dergleichen bei 2 von 3 Exemplaren dieses Sauriers. Die angeführten kleinen Aeste nun, die aus dem Aortenstamme in der vorderen Hälfte der Rumpfhöhle entspringen und von denen sich öfters einer theils auf der Speiseröhre, theils auch auf dem Magen verbreitet, also weder als eine A. oesophagea, noch auch als eine A. gastrica aufgeführt werden kann, sind immer unpaarig und liegen hinter einander in dem vordern Theil der langen und an glatten Muskelfasern ungemein reichen Falte des Bauchfells, welche ein Aufhängeband für den ganzen Darm, den Magen und den hintersten Theil der Speiseröhre bildet und als ein Gekröse bezeichnet werden kann. Ihre Zahl ist sehr verschieden nach den Arten der Schuppenechsen und wechselt, so viel ich habe ermitteln können, zwischen 2 bis 9. Dieselbe ist aber auch verschieden bei verschiedenen Exemplaren einer und derselben Art: so fand ich z. B. bei Cyclodus nigro-luteus 2 bis 4, bei Lacerta agilis und Lac. ocellata 4 bis 5, bei Platydactylus guttatus und Anguis fragilis 5 bis 6, bei Polychrus marmoratus 5 bis 9 dergleichen Aeste des Aortenstammes. Die vorderste von diesen Arterien hat jedenfalls nur eine sehr geringe Länge, die andern aber pflegen um so länger zu sein, wie sie in der Reihe auf einander folgen. Auch pflegen sie um so schräger von oben nach unten und hinten zu verlaufen, wie sie auf einander folgen, so dass demnach, wenn mehr als 2 vorkommen, die hinterste öfters, wenngleich nicht jedenfalls, eine sehr schräge Richtung und im Verhältniss zu der vordersten eine beträchtlich grosse Länge hat.

§. 6.

Hinter den angeführten Arterien entsendet der Aortenstamm einen bis fünf Aeste, die gleichfalls durch das grosse Haltungsband des Darmkanales ihren Verlauf machen, aber im Allgemeinen dicker, als jene sind, und einen mehr oder weniger grossen Theil des Magens, oder sogar, obgleich nur selten, den ganzen Magen, ferner den Dünndarm, den Dickdarm bis in die Nähe seines Endes, die Leber, die Milz und die Bauchspeicheldrüse mit Blut versorgen. Bei Lacerta agilis, Lac. muralis, Lac. viridis und Lac. ocellata, die nur einen solchen Ast des Aortenstammes besitzen, entspringt derselbe ungefähr in der Mitte der Rumpfhöhle, bei Uperanodon pictum, bei dem ebenfalls nur ein einziger solcher Ast vorkommt, ziemlich weit hinter der Mitte dieser Höhle. Bei denjenigen Schuppenechsen aber, bei welchen zwei oder mehrere vorkommen, entspringt der vorderste:

a) kurz hinter dem ersten Drittel der Rumpfhöhle bei Draco viridis, nur mässig weit, hinter demselben bei Stellio vulgaris;

b) ein wenig vor der Mitte der Rumpfhöhle bei Chamaesaura anguina, Lygosoma melanopygon, Euprepis Merremii, Gongylus ocellatus, Cyclodus nigro-luteus, Zonurus cordylus, Ecphymotes torquatus und Phrynosoma Harlanii;

c) ungefähr in der Mitte der Rumpfhöhle bei Acontias meleagris, Euprepis Sebae, Cnemidophorus lemniscatus, Uromastix Hardwikii, Phrynocephalus caudivolvulus und Iguana tuberculata;

d) mehr oder weniger weit hinter der Mitte dieser Höhle bei Anguis fragilis, Pseudopus Pallasii, Polychrus marmoratus, Lophyrus tigrinus, Agama mutabilis, Grammatophora ornata, Bronchocele jubata, Anolis carolinensis, Anol. alligator, Salvator Merianae (Tejus Teguixin) Chamaeleo vulgaris, Cham. verrucosus und

Platydactylus guttatus. Am weitesten nach hinten entspringt er unter allen diesen Sauriern bei Chamaeleo verrucosus.

Kommen zwei oder mehrere solche Aeste des Aortenstammes vor, so entspringen sie bei den verschiedenen Arten der Schuppenechsen zwar in sehr verschiedentlich grossen Entfernungen von einander, doch wohl jedenfalls der hintere oder hinterste noch in einem ziemlich grossen Abstande von dem Ende der Rumpfhöhle.

Was die Zahl und die Deutung dieser Gefässe der Schuppenechsen anbelangt, so findet man bei ihnen entweder:

a) eine Art. coeliaco-mesenterica, durch die das Blut nach allen Verdauungswerkzeugen mit Ausnahme der Speiseröhre hingeleitet wird, oder

b) eine Art. coeliaca und eine Art. mesenterica communis, von denen die letztere in Hinsicht ihrer Ausbreitung an dem Darme den beiden A. A. mesentericae des Menschen entspricht, oder

c) eine A. coeliaca, eine A. mesenterica anterior und eine A. mesenterica posterior, von welchen beiden letztern in Hinsicht ihrer Ausbreitung an dem Darme die eine mit der A. mesenterica superior, die andere mit der A. mesenterica inferior des Menschen gleichbedeutend ist. Zuweilen jedoch, obwohl nur selten, ist die A. coeliaca oder eine A. mesenterica in zwei verhältnissmässig dünnere Arterien, von denen die eine entweder dicht oder beinahe dicht hinter der andern entspringt, gleichsam zerfallen.

Unter den Schuppenechsen, welche ich auf die Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge untersucht habe, fand ich:

a) eine *Art. coeliaco-mesenterica* bei Lacerta agilis, Lac. muralis, Lac. viridis, Lac. ocellata und Uperanodon pictum;

b) eine *Art. coeliaca* und eine *Art. mesenterica communis* bei Cyclodus nigro-luteus, Anolis carolinensis, Anolis alligator und Phrynosoma Harlanii;

c) eine *Art. coeliaca,* eine *Art. mesenterica anterior* und eine *Art. mesenterica posterior* bei Acontias meleagris, Ophisaurus ventralis, Anguis fragilis, Pseudopus Pallasii, Chamaesaura anguina, Gongylus ocellatus, Euprepis Sebae, Eup. Merremii, Lygosoma melanopygon, Ecphymotes torquatus, Polychrus marmoratus, Iguana tuberculata, Lophyrus tigrinus, Bronchocele jubata, Draco viridis, Agama mutabilis, Phrynocephalus caudivolvulus, Grammatophora ornata, Zonurus cordylus, Stellio vulgaris, Uromastix Hardwickii, Doryphorus azureus, Ameiva vulgaris, Cnemidophorus lemniscatus, Salvator Merianae, Platydactylus guttatus, Hemidactylus Leschenaultii, Phyllodactylus gymnopygon, Gymnodactylus scaber, Chamaeleo vulgaris und Cham. verrucosus.

Jedoch war bei einer Chamaesaura anguina, bei einem Phyllodactylus gymnopygon, bei zwei Exemplaren von Platydactylus guttatus und bei einem von zwei untersuchten Exemplaren des Polychrus marmoratus die A. mesenterica anterior, ferner bei einem Phrynocephalus caudivolvulus die A. mesenterica posterior und bei einem Uromastix Hardwickii sowohl die A. mesenterica anterior, als auch die A. coeliaca gleichsam verdoppelt, indem bei ihnen statt einer solchen Arterie zwei besondere Gefässe vorkamen, von denen das eine entweder dicht oder doch sehr nahe hinter dem andern entsprang. In Betreff dieses Umstandes aber, dass bisweilen bei einer Schuppenechse statt einer A. coeliaca oder einer A. mesenterica zwei von der Aorta ausgesendete Arterien gefunden werden, dürfte zu vermuthen sein, dass bei andern Exemplaren der-

selben Art an ihrer Stelle eine einzige, aber gleich oder bald nach ihrem Ursprunge in zwei Aeste getheilte Arterie vorkommt, und dass sie in Hinsicht ihrer Entstehung nur eine individuelle Abweichung von der Regel darstellen. Auch habe ich in der That bei einem Exemplar von Polychrus marmoratus die A. mesenterica anterior nur in einfacher Zahl, aber gleich nach ihrem Ursprunge in 2 Aeste getheilt gefunden, statt dass bei einem andern Exemplare desselben zwei Arterien vorkamen, die in ihrem Verlauf und in ihrer Verbreitung den beiden Aesten jener entsprachen.

Abgesehen von dem nur seltenen Vorkommen zweier besondern Aeste der Aorta statt einer der oben genannten grössern Arterien der Verdauungswerkzeuge, lässt sich aus den Angaben, die dort über die verschiedene Zahl dieser Arterien bei den verschiedenen Arten der Schuppenechsen gemacht worden sind, mit Wahrscheinlichkeit folgern, dass die meisten Arten dieser Thiere eine A. coeliaca, eine A. mesenterica anterior und eine A. mesenterica posterior besitzen, nur wenige aber eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis, sowie ebenfalls nur wenige eine A. coeliaco-mesenterica. Im Uebrigen aber lässt sich aus jenen Angaben entnehmen, dass die für die einzelnen Arten der Schuppenechsen normale Zahl ihrer grössern Arterien der Verdauungswerkzeuge selbst in den einzelnen Familien dieser Thiere variirt. Denn, um einige Beispiele anzuführen, so besitzen von den Iguanoiden mit angewachsenen Zähnen Anolis carolinensis, Anolis alligator und Phrynosoma Harlanii eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis, Uperanodon pictum eine A. coeliaco-mesenterica und noch andere oder vielleicht die meisten Arten eine A. coeliaca, eine A. mesenterica anterior und eine A. mesenterica posterior. Gleichfalls besitzen von denjenigen Scincoiden, welche die Familie der sogenannten Saurophthalmi bilden, einige, z. B. Gongylus ocellatus, Euprepis Sebae und Eupr. Merremii, eine A. coeliaca und zwei A. A. mesentericae, Cyclodus nigro-luteus aber eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis.

§. 7.

Ueber die Verbreitung der in dem vorigen Paragraphen aufgeführten Arterien wäre hauptsächlich Folgendes zu bemerken:

A. Die *Art. coeliaco-mesenterica* spaltet sich meistens innerhalb des Gekröses sehr nahe ihrem Ursprunge, oder doch nur in einer mässig grossen Entfernung davon in einen vordern und einen hintern Ast, mitunter aber in einen vordern, mittlern und hintern Ast. Noch weit mehr aber ist die Verzweigung und die Ausbreitung ihrer einzelnen Aeste, während sie durch das Gekröse hindurch gehen, selbst bei einer und derselben Art von Schuppenechsen, — wie ich besonders bei mehreren darauf untersuchten Exemplaren von Lacerta agilis gesehen habe, — verschieden. Es lässt sich daher hierüber nur im Allgemeinen angeben, dass sich diese Arterie in der hintern grösseren Hälfte des Magens, dem ganzen Dünndarm, fast dem ganzen Dickdarm, der Bauchspeicheldrüse, der Milz und der Leber verbreitet. — Die Milz, die bei den Schuppenechsen überhaupt links an dem Gekröse gewöhnlich über dem hintersten Theil des Magens, mitunter aber über dem vordersten Theil des Dünndarms liegt, erhält einen kleinen Seitenzweig meistens von einem der Aeste der A. coeliaco-mesenterica, selten, so namentlich bei Lacerta ocellata, bei der sich diese Arterie erst in einer mässig grossen Entfernung von ihrem Ursprunge theilt, von dem Stamme derselben. Die Leber aber erhält einen von den Zweigen, in die sich der vordere oder der vorderste Ast dieser Arterie in seinem Verlaufe mehr und mehr zertheilt hat. Derselbe schliesst sich namentlich bei den Arten der Gattung Lacerta, deren oben Erwähnung geschehen ist, in der Gegend der Bauchspeicheldrüse dem Stamme der Pfortader an, läuft mit ihm zusammen neben dem Ductus choledochus hin, dringt auch mit ihm zusammen in die Leber ein und hat zwar eine ziemlich grosse Länge, doch im Verhältniss zu dem Umfange und der Masse des Organs, zu dem er sich begibt, nur eine sehr geringe Weite.

B. Die *Art. coeliaca* verbreitet sich an dem Magen und einem Theile des Dünndarms, dessgleichen in der Milz, der Leber und der Bauchspeicheldrüse. In der Regel theilt sie sich in einen vordern und einen hintern Ast, bisweilen aber in 3 Aeste, die in dem Gekröse divergirend herablaufen, und darin sich mehr und mehr verzweigen. Nur selten zeigt sie keine derartige Theilung, sondern bildet bei einem sehr schrägen Verlaufe abwärts in dem Gekröse einen Bogen, aus dem sie ihre Zweige aussendet. Diess letztere ist der Fall namentlich bei Ophisaurus ventralis, bei dem sie von ihrem Ursprunge aus, der sich ziemlich weit hinter dem Magen befindet, sehr schräge nach unten und vorn läuft, einen sehr schwach gekrümmten nach unten und hinten gekehrten Bogen bildet, je weiter nach vorn dem verhältnissmässig beträchtlich langen Magen immer näher kommt, bis sie ihn erreicht, und in ihrem Verlaufe eine Reihe von einigen nach unten gekehrten Zweigen aussendet. Ohne eine Theilung in 2 Aeste geht sie auch bei Draco viridis zum Magen hin, bei ihm aber wegen ihres weit nach vorn befindlichen Ursprunges in einer Richtung von vorn nach unten und hinten; auch erreicht sie bei ihm den Magen nicht gar weit von ihrem Ursprunge und verläuft alsdann dicht auf demselben weiter nach hinten. Gleichfalls zeigt sie keine Theilung in besondere Aeste bei Lophyrus tigrinus, Iguana tuberculata und Euprepis Merremii. Bei diesen Schuppenechsen aber biegt sie sich über den Magen, nachdem sie von ihrem Ursprunge aus eine mässig lange Strecke nach unten und vorn verlaufen ist, unter einem starken Bogen nach hinten um, und begibt sich zu dem Dünndarm hin, wobei sie dem Magen immer näher kommt und eine Reihe von etlichen Zweigen an ihn abgibt.

Unter einem Winkel in 2 an Dicke mehr oder weniger ungleiche Aeste getheilt fand ich die A. coeliaca bei den meisten von mir untersuchten Schuppenechsen, in 3 Aeste aber, die an einer und derselben Stelle von dem Stamme abgingen, nur bei Phrynocephalus caudivolvulus

und Stellio vulgaris. Diese Theilung in Aeste zeigte sie bald fern, bald nahe ihrem Ursprunge. Beträchtlich weit davon entfernt sah ich dieselbe namentlich bei Anguis fragilis, Pseudopus Pallasii, Gongylus ocellatus, Cyclodus nigro-luteus, Zonurus cordylus, Phrynosoma Harlanii, Polychrus marmoratus, Ecphymotes torquatus, Bronchocele jubata, Stellio vulgaris, Salvator Merianae, Chamaeleo vulgaris und Cham. verrucosus, bei denen also der Stamm dieser Arterie eine ansehnlich grosse Länge hatte. Nur mässig weit von ihrem Ursprunge fand ich diese Arterie in zwei Aeste gespalten bei Lygosoma melanopygon, Euprepis Sebae, Anolis carolinensis, Anol. alligator, Agama mutabilis, Grammatophora ornata und Platydactylus guttatus. Ganz nahe ihrem Ursprunge getheilt, so dass ihr Stamm leicht übersehen werden konnte, fand ich sie bei Phrynocephalus caudivolvulus. Völlig aber in zwei besondere Arterien zerfallen, von denen die eine sehr nahe hinter der andern entsprang, fand ich sie bei Uromastix Hardwickii. Die Zweige, welche die A. coeliaca bei den Schuppenechsen abgibt, oder in welche sie ausgeht, zeigen bei den verschiedenen Arten derselben sowohl in Hinsicht der Zahl und Stärke, als auch in Hinsicht der Verbreitung viele und grosse Verschiedenheiten. Auch zeigen sie solche selbst bei verschiedenen Exemplaren einer und derselben Art von diesen Thieren. Im Allgemeinen aber lässt sich über sie Nachstehendes angeben:

a) Der Magen erhält von der A. coeliaca einen Zweig oder einige Zweige, die zunächst zu der kleinen Curvatur desselben gelangen und sich von ihr weiter ausbreiten. Diese ihre Verzweigung ist aber in der Regel nur über die hintere Hälfte oder über die zwei hintern Drittel des Magens ausgebreitet. Denn nur selten, und zwar, wenn keine oder nur eine sehr schwache A. gastrica vorhanden ist, erstreckt sie sich bis zu der Cardia hin, ein Fall, der mir bei Gongylus ocellatus, Bronchocele jubata und bei 2 von 3 Exemplaren des Leguans vorgekommen ist.

b) An dem Dünndarm, an den die A. coeliaca mit seltenen Ausnahmen — wie solche bei Acontias meleagris und Draco viridis gefunden worden — entweder einen grössern Zweig oder mehrere kleine Zweige abgibt, breitet sie sich vom Magen mehr oder weniger weit nach hinten aus. Gewöhnlich erstreckt sich ihre Verzweigung an dem Dünndarm über die Bauchspeicheldrüse, die von ihr ebenfalls einen, obgleich nur kleinen Theil erhält, nur wenig nach hinten hinaus. Mitunter aber, so namentlich bei Lophyrus tigrinus, Zonurus cordylus und Chamaeleo verrucosus, reicht sie ungefähr bis zu dem zweiten Drittel oder sogar, was bei Salvator Merianae der Fall ist, beinahe bis zur Mitte des Dünndarms.

c) Zu der Leber geht wahrscheinlich bei allen Schuppenechsen, welche eine A. coeliaca besitzen, ein Zweig derselben hin, der aber im Verhältniss zu dem Umfange und der Masse dieses Eingeweides nur eine sehr geringe Dicke hat und darin der Pfortader um Vieles nachsteht. Meistens geht derselbe von einem stärkern Zweige der Arterie in der Gegend des Pankreas ab, schliesst sich daselbst der Pfortader an, verläuft mit dieser an dem ganzen Ductus choledochus entlang nach vorn, und dringt mit ihr zusammen nahe dem hintern Rande der Leber in deren obere oder concave Seite ein. Bei einigen Schuppenechsen aber geht die Art. hepatica vor der Bauchspeicheldrüse, mehr oder weniger von diesem Organ entfernt, zu dem Ductus choledochus hin und läuft nur an der vordern Hälfte, oder sogar nur an dem vordersten Viertel desselben entlang. Einen Fall der ersteren Art fand ich bei Platydactylus guttatus, einen der letztern aber bei Cyclodus nigro-luteus, bei dem übrigens dieser Zweig dem vordern von den beiden Aesten angehörte, in welche bei ihm die A. coeliaca getheilt war, statt dass derselbe bei andern Schuppenechsen, bei denen die A. coeliaca ebenfalls in

2 Aeste getheilt ist, dem hinteren Aste anzugehören pflegt. — Eine Arterie, die sich unmittelbar von der Aorta zu der Leber begeben hätte und nur allein für dieses Eingeweide bestimmt gewesen wäre, habe ich bei keiner Schuppenechse finden können. Leicht kann man aber durch eine kleine Vene, die bei manchen von diesen Thieren neben der Aorta und den Körpern der Wirbelbeine von einer Vena intercostalis zu dem rechten Rande der Leber geht, so getäuscht werden, dass man eine Art. hepatica vor sich zu haben meint.

d) Die Milz, die bei den Schuppenechsen an der linken Seite des Gekröses meistens über dem hintern Theil des Magens, selten über dem vordern Theil des Dünndarms ihre Lage hat, erhält von der A. coeliaca einen besondern Zweig, der im Verhältniss zu ihrem Umfange und ihrer Masse ziemlich dick, aber in der Regel nur sehr kurz, selten, so namentlich und vorzüglich bei Cyclodus nigro-luteus, ziemlich lang ist. Häufig geht dieser Zweig von dem Stamm der Arterie ab, so z. B. bei Anguis fragilis, Pseudopus Pallasii, Ophisaurus ventralis, Gongylus ocellatus, Cyclodus nigro-luteus, Bronchocele jubata, Ameiva vulgaris, Lophyrus tigrinus und Iguana tuberculata. Bei manchen von denjenigen Schuppenechsen aber, bei welchen die A. coeliaca in 2 oder 3 Aeste getheilt ist, geht die Milzarterie von dem einen, und zwar gewöhnlich von dem hintern Aste derselben ab, so namentlich bei Chamaesaura anguina, Lygosoma melanopygon, Euprepis Sebae, Anolis alligator, Stellio vulgaris, Ecphymotes torquatus, Phrynosoma Harlanii und Platydactylus ocellatus.

C. Die *Art. mesenterica anterior* verbreitet sich über den Dünndarm in der Regel nur so weit nach vorn und nach hinten, als derselbe nicht durch Zweige der A. coeliaca und der A. mesenterica posterior

mit Blut versorgt wird: ausnahmsweise aber verbreiten sich an einem grössern Theil des Dünndarms Zweige von ihr und von der A. mesenterica posterior, die dann über einander hinweglaufen und sich mit einander kreuzen, wie ich dies bei Stellio vulgaris und Chamaeleo verrucosus bemerkt habe. — Bei etlichen wenigen Schuppenechsen, namentlich bei Acontias meleagris, erstreckt sich ihre Verzweigung beinahe bis zum Magen oder, wie bei Draco viridis, sogar völlig bis zu demselben, bei etlichen andern aber, namentlich bei Polychrus marmoratus und Phrynocephalus caudivolvulus, bis zu dem Dickdarm. In einer grössern oder geringern Entfernung von ihrem Ursprunge theilt sie sich gewöhnlich in 2 Aeste, die dann gegen den Darm hin sich immer mehr verzweigen und weiter ausbreiten: doch theilt sie sich nur selten beinahe gleich an ihrem Ursprunge, wie dies bei Zonurus cordylus der Fall ist. — Ihren Verlauf macht sie entweder gerade abwärts, oder etwas schräg nach vorn, oder gegentheils etwas schräg nach hinten und unten, je nachdem sie aus der Aorta entweder mehr nach vorn, oder mehr nach hinten entsprungen ist. Nur selten kommen statt derselben 2 Arterien vor (§. 6) und in solchen Fällen verhält sich eine jede von diesen wie ein Ast einer in einfacher Zahl vorkommenden vordern Darmarterie.

D. Die *Art. mesenterica posterior* hat häufig bei einer ziemlich beträchtlichen Länge einen sehr schrägen Verlauf nach hinten und unten; wenn sie aber aus der Aorta ungewöhnlich weit nach hinten entsprungen ist, einen ziemlich geraden abwärts (Doryphorus azureus) oder sogar einen etwas schräge nach vorn und unten (Phrynocephalus caudivolvulus). Bei einem sehr schrägen Verlauf über dem Dünndarm nach hinten sendet sie nicht selten für denselben innerhalb des Gekröses einen Zweig oder 2 bis 6 auf einander folgende Zweige ab, ehe sie den Dickdarm entweder schon an dessen vorderm Ende, oder nur erst weiterhin erreicht und sich darauf an dessen oberer Seite weiter forterstreckt. Wenn sie aber einen weniger schrägen Verlauf nach hinten

macht, oder ziemlich gerade herabläuft, theilt sie sich häufig noch innerhalb des Gekröses in einen vordern und einen hintern Ast, die sich dann nach unten weiter verzweigen und sich entweder nur allein an dem Dickdarme, oder an ihm und einem mehr oder weniger grossen Theile des Dünndarms verbreiten. — Keinen Zweig dieser Arterie, der sich an dem Dünndarme verbreitet hätte, vermochte ich aufzufinden bei Lygosoma melanopygon, Doryphorus azureus, Phrynocephalus caudivolvulus, Grammatophora ornata und Polychrus marmoratus. Eine ihr angehörende Verzweigung aber sah ich a) über einen kleinen Theil des Dünndarms unmittelbar vor dem Dickdarm ausgebreitet bei Acontias meleagris, Uromastix spinipes, Ameiva vulgaris, Platydactylus guttatus, Lophyrus tigrinus und Iguana tuberculata; b) ungefähr über das hinterste Viertel des Dünndarms bei Ophisaurus ventralis und Salvator Merianae; c) ungefähr über das hinterste Drittel desselben bei Pseudopus Pallasii, Anguis fragilis, Ecphymotes torquatus und Zonurus cordylus; d) über die zwei hintern Drittel desselben bei Stellio vulgaris und Chamaeleo verrucosus. Bei Bronchocele jubata hatte sie ausser einem Zweige für den hintersten Theil des Dünndarms sogar — und zwar nicht weit von ihrem Ursprunge — auch einen Zweig nach vorn ausgesendet, der sich in einiger Entfernung von dem Magen an den vordern Theil des Dünndarms ziemlich weit verbreitete. In einem noch höhern Grade aber zeigte sich eine solche ungewöhnliche Verzweigung der A. mesenterica posterior bei Draco viridis, indem bei 3 Exemplaren desselben der eine von den beiden Aesten, in die sich diese Arterie nahe ihrem Ursprunge unter einem sehr stumpfen Winkel getheilt hatte, schräg nach vorn und unten zu dem vordern Drittel des Dünndarms ging, an demselben bis zum Magen hin sich ausbreitete und ausserdem auch einen Zweig an die ungewöhnlich grosse Bauchspeicheldrüse abgab. — An dem Dickdarme erstreckt sich diese Arterie über dessen Mitte mehr oder weniger weit nach hinten hinaus, doch wohl niemals bis an dessen Ende. — Nur selten kommen statt einer A. mesenterica

posterior 2 Arterien vor, von denen die eine nahe oder dicht hinter der andern aus der Aorta entspringt. (§. 6.)

E. Die bei einigen Schuppenechsen vorkommende Art. mesenterica communis theilt sich in der Regel nicht weit von ihrem Ursprunge oder sogar ganz in der Nähe desselben in zwei ungleich lange Aeste, von denen sich der kürzere in seiner Verzweigung und Verbreitung wie die A. mesenterica anterior anderer Schuppenechsen verhält, der längere aber, wie die A. mesenterica posterior jener Saurier, zu dem Dickdarme hingeht, und mitunter, so namentlich bei Cyclodus nigro-luteus, in seinem Verlaufe dorthin auch einige kleine Zweige an den hintersten Theil des Dünndarms abgibt.

Die Arterienzweige, welche bei den Schuppenechsen für den Dünndarm durch das Gekröse quer hindurch laufen und sich in ihrem Verlaufe immer mehr zertheilen, bilden zwar bei manchen von diesen Thieren ähnliche Maschen, wie bei vielen andern höhern Wirbelthieren, doch nur in der Nähe des Darms und nur in einer geringen Zahl. Namentlich ist dies der Fall bei Acontias meleagris, Pseudopus Pallasii, Cyclodus nigro-luteus und Lacerta muralis. Meistens aber gehen diese Zweige durch das Gekröse, ohne irgendwo Maschen zusammenzusetzen.

§. 8.

Nicht bei allen Arten der Schuppenechsen, welche 2 oder 3 grössere Aeste der Aorta besitzen, die in Hinsicht ihrer *Verbreitung* der Art. coeliaca und der A. mesenterica communis, oder der A. coeliaca, der A. mesenterica anterior und der A. mesenterica posterior anderer Wirbelthiere entsprechen, gehen diese Gefässe einer Regel gemäss, die für die Wirbelthiere im Allgemeinen Geltung hat, von der Aorta in derselben Reihenfolge ab, in welcher sie sich in dem Darmkanale und den damit zusammenhängenden drüsigen Eingeweiden verbreiten. Vielmehr

glaube ich mit ziemlicher Gewissheit angeben zu können, dass dies im Verhältniss zu der Artenzahl derselben nur bei sehr wenigen der Fall ist. Denn unter den ziemlich vielen von mir untersuchten Schuppenechsen, welche eine A. coeliaca, eine A. mesenterica anterior und eine A. mesenterica posterior besitzen, sah ich diese Gefässe nur bei Phrynocephalus caudivolvulus von der Aorta der Regel gemäss abgehen; unter denjenigen aber, bei welchen eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis vorkommen, nur bei Cyclodus nigro-luteus und Phrynosoma Harlanii. Die Abweichungen nun aber, welche die genannten Gefässe hinsichtlich der Reihenfolge, in der sie aus der Aorta entspringen, von der angeführten Regel zeigen, sind ziemlich mannigfaltig. Ich werde daher in dem Nachstehenden zunächst angeben, wie ich dieselben bei verschiedenen Arten der Schuppenechsen gefunden habe, nachher aber mich darüber äussern, ob sie auch sämmtlich für specifische gehalten werden können.

A. Unter denjenigen untersuchten Schuppenechsen, bei welchen eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis vorkamen, entsprang bei Anolis carolinensis und Anolis alligator die erstgenannte hinter der letztgenannten, verlief schräg nach unten und vorn, indess diese andere ihren Verlauf nach unten und hinten machte, und kreuzte sich mit derselben, indem sie rechts an ihr vorbeiging.

B. Bei Zonurus cordylus gingen ziemlich weit hinter der A. coeliaca von der Aorta zwei Darmarterien ab, die ihrer Verbreitung nach der A. mesenterica anterior und der A. mesenterica posterior der höheren Wirbelthiere entsprachen: von diesen aber entsprang diejenige, welche als die A. mesenterica posterior zu bezeichnen war, nicht hinter der andern, sondern links neben derselben.

C. Bei Stellio vulgaris, bei dem ebenfalls zwei Darmarterien vorkamen, von denen sich in Hinsicht der Verbreitung an dem Darme die

eine wie die A. mesenterica anterior, die viel weiter nach hinten von der Aorta abgehende andere wie die A. mesenterica posterior höherer Wirbelthiere verhielt, entsprang die A. coeliaca zwischen diesen beiden Gefässen und kreuzte sich mit dem vordern von ihnen, indem sie links an ihm vorbei nach unten und vorn ging.

D. Bei den meisten untersuchten Schuppenechsen, welche ausser einer A. coeliaca zwei Darmarterien besassen, die ihrer Verbreitung nach der A. mesenterica anterior und der A. mesenterica posterior der höhern Wirbelthiere entsprachen, ging die A. mesenterica posterior entweder nahe oder ziemlich weit *vor* der A. mesenterica anterior von der Aorta ab, verlief nach hinten und unten, wogegen diese entweder ziemlich gerade nach unten, oder schräg nach vorn und unten verlief, und ging mit ihr sich kreuzend an derselben links vorbei [1]). Die A. coeliaca aber entsprang:

a) mehr oder weniger weit *vor* den beiden Art. mesentericae und verlief auch vor denselben abwärts bei Acontias meleagris, Lygosoma melanopygon, Gongylus ocellatus, Euprepis Merremii, Euprepis Sebae, Chamaesaura anguina, Uromastix Hardiwickii, Doryphorus azureus, Ecphymotes torquatus, Polychrus marmoratus, Platydactylus guttatus, Hemidactylus Leschenaultii, Phyllodactylus gymnopygon und Gymnodactylus scaber;

---

1) Einen Grund dazu, das Blutgefäss, welches in dem Obigen als eine A. mesenterica anterior bezeichnet worden ist, für gleichbedeutend mit der bei andern Wirbelthieren vorkommenden Arterie dieses Namens zu halten und sie daher auch unter diesem Namen aufzuführen, gab ausser ihrer alleinigen Verbreitung an dem Dünndarme auch noch der Umstand, dass ich von ihr bei Embryonen einer Euprepis die A. omphalo-mesenterica und bei einem sehr jungen Salvator Merianae den Ueberrest von einer solchen Arterie abgehen sah.

b) links *neben* der A. mesenterica posterior entsprang sie bei Pseudopus Pallasii und Chamaeleo verrucosus und verlief vor derselben schräg nach unten und vorn;

c) *zwischen* den beiden A. A. mesentericae entsprang sie bei Ophisaurus ventralis, Cnemidophorus lemniscatus, Ameiva vulgaris, Salvator Merianae, Grammatophora jubata und Bronchocele jubata und kreuzte sich bei ihnen mit der A. mesenterica posterior, indem sie links an derselben vorbei nach unten und vorn, jene Arterie aber nach unten und hinten lief[1];

d) *hinter* den beiden A. A. mesentericae entsprang sie bei Iguana tuberculata, Lophyrus tigrinus und Chamaeleo vulgaris, ging links von jenen beiden Gefässen sehr schräge nach unten und vorn und kreuzte sich also mit beiden;

e) bei Anguis fragilis, von der ich 10 Exemplare auf die Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge untersucht habe, fand ich den Ursprung der A. coeliaca verschieden, und zwar entsprang dieses Gefäss bei einigen Exemplaren links neben, bei andern ein wenig vor und bei noch andern ein wenig hinter der A. mesenterica posterior, jedenfalls aber mehr links, als diese.

Der Umstand, dass bei Anguis fragilis die Ursprünge der A. coeliaca und der A. mesenterica posterior in ihrer Lage zu einander einige Verschiedenheiten gezeigt haben, dürfte vermuthen lassen, dass die Angaben, welche in dem Obigen über die Reihenfolge gemacht worden

---

1) Bei allen unter c genannten Schuppenechsen lief also die A. mesenterica posterior zwischen der A. coeliaca und der A. mesenterica anterior hindurch, indem sie erst rechts an jener, dann links an dieser vorbeiging.

sind, in denen ich bei andern Arten von Schuppenechsen die grössern Arterien der Verdauungswerkzeuge habe entspringen sehen, nicht für alle Exemplare einer jeden von diesen Arten werden eine Geltung haben können, zumal da ich von den meisten angeführten Arten nur ein einziges Exemplar untersucht habe [1]). Eine solche Vermuthung dürfte denn auch namentlich und insbesondere für mehrere von denjenigen Angaben zutreffend sein, welche sich auf Fälle beziehen, in denen ich habe die A. coeliaca von der Aorta neben, oder sehr nahe vor, oder sehr nahe hinter der A. mesenterica posterior abgehen sehen. Dagegen will es mir als sehr wahrscheinlich vorkommen, dass bei solchen Schuppenechsen, bei welchen ich die A. coeliaca *weit* vor den Art. mesentericae entspringen sah, wie es namentlich bei Acontias meleagris, Lygosoma melanopygon, Gongylus ocellatus, Chamaesaura anguina, Ecphymotes torquatus und verschiedenen Geckotiden der Fall war, dies Verhältniss in ihrem Ursprunge sich bei allen Individuen der genannten Thiere gleich bleibt. Auch ist es mir sehr wahrscheinlich, dass bei denjenigen Schuppenechsen, welche 2 Art. mesentericae besitzen, die A. mesenterica posterior in der Regel *vor* der A. mesenterica anterior entspringt, weil ich bei derartigen Sauriern in den Ursprüngen dieser Arterien mit Ausnahme von 2 (oben unter B und C angeführten) Fällen sonst immer ein solches Verhältniss gefunden habe.

§. 9.

Hinter den bereits beschriebenen Arterien entsendet der Aortenstamm, nachdem er bei denjenigen Schuppenechsen, bei welchen Hinter-

---

1) Die Arten der Schuppenechsen, von denen ich mehr als ein Exemplar auf die Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge untersucht habe, waren ausser Anguis fragilis und Lacerta agilis nachstehend benannte: Pseudopus Pallasii, Euprepis Merremii, Cyclodus nigro-luteus, Gongylus ocellatus, Lacerta muralis, Lacerta ocellata, Phrynosoma Harlanii, Polychrus marmoratus, Iguana tuberculata, Draco viridis, Salvator Merianae, Platydactylus guttatus und Chamaeleo vulgaris.

beine vorkommen, die A. A. crurales abgegeben hat, und überhaupt bevor er in den Schwanz eindringt, noch für den hintersten Theil des Dickdarms und die Kloake einen kleinern Ast oder zwei dergleichen Aeste, die als *Arteriae haemorrhoidales internae* bezeichnet werden können. Bei Iguana tuberculata, Lophyrus tigrinus, Agama mutabilis, Phrynosoma Harlanii und Phrynocephalus caudivolvulus, die alle einen verhältnissmässig sehr grossen Dickdarm haben, fand ich 2 solche Arterien, von denen die grössere vordere sich nach vorn bis ungefähr zur Mitte dieses Darmstückes erstreckte. Eben so viele fand ich auch bei Anguis fragilis; doch hatte bei ihm selbst die vordere nur eine sehr geringe Länge und Dicke. Nur eine solche Arterie aber, die sich übrigens am Dickdarm wenig weit nach vorn erstreckte, bemerkte ich bei Lacerta agilis, Lac. ocellata, Euprepis Merremii, Gongylus ocellatus, Zonurus cordylus; Cyclodus nigro-luteus, Platydactylus guttatus und Chamaeleo vulgaris: es dürfte jedoch sehr zu vermuthen sein, dass bei ihnen hinter dieser Arterie noch eine kleinere für die Kloake vorkommt [1]).

Schliesslich wäre über die Arterien, welche bei den Schuppenechsen von dem Stamme der Aorta zu den Verdauungswerkzeugen

---

1) Es entspricht diese in einfacher oder mehrfacher Zahl vorkommende Arterie der Schuppenechsen ihrem Ursprunge nach demjenigen Gefässe der Vögel, welches gewöhnlich Art. mesenterica inferior (oder posterior) genannt wird, für das aber meines Erachtens der ihm beigelegte Namen nicht passt, weil es hinter den A. A. ischiadicae aus der A. sacralis media (dem hintersten Theile der Aorta) entspringt, anstatt dass bei den Säugethieren die A. mesenterica inferior viel weiter nach vorn vor den Arterien des Beckens und der hintern Gliedmassen ihren Ursprung hat. Wie es mir scheinen will, würde daher jenes Gefäss der Vögel als eine A. haemorrhoidalis interna, dasjenige Gefäss derselben aber, welches man mit dem Namen der A. mesenterica superior belegt hat, als eine A. mesenterica communis zu bezeichnen sein.

hingesendet sind, noch zu bemerken, dass sie auf dem Darmkanale in der Regel sämmtlich durch einander entgegenkommende Zweige in einander übergehen.

III. Varaniden.

§. 10.

Die Aortenwurzeln haben bei den Varaniden eine verhältnissmässig sehr viel grössere Länge, als bei den übrigen Schuppenechsen, und vereinigen sich zu dem Aortenstamme viel weiter nach hinten, als bei jenen, nämlich nicht gar fern von der Mitte der Rumpfhöhle. Die Speiseröhre reicht bei ihnen nicht über den Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln nach hinten hinaus, wie es bei den übrigen Schuppenechsen der Fall ist, sondern endet schon unter ihm.

§. 11.

Die in dem Halse liegende Hälfte der Speiseröhre erhält das nöthige Blut durch mehrere Zweige der gemeinschaftlichen, der äussern und der innern Carotiden, also von der rechten Aortenwurzel aus. Die andere Hälfte der Speiseröhre, die in der Rumpfhöhle liegt und kürzer als jene ist, wird mit Blut von der linken Aortenwurzel aus versorgt. Und dies geschieht in der Regel durch einen Seitenast einer ansehnlich grossen Arterie, die von der linken Aortenwurzel kurz vor der Stelle, wo sich dieselbe mit der rechten vereinigt, ausgesendet ist, sich beinahe an dem ganzen Dünndarm und dem grössten Theil des Dickdarms verbreitet, und daher als eine *Art. mesenterica communis* bezeichnet werden kann. Der angeführte Ast nun aber geht von dieser Arterie sehr nahe dem Ursprunge derselben ab und läuft in der grossen Falte des Bauchfells, durch welche die hintere Hälfte der Speiseröhre, der Magen und der Darm mit der Rückenwand der Rumpfhöhle verbunden

sind, nach unten und etwas nach vorn zu dem vordern Theil des Magens hin. Bei Varanus niloticus und Var. ornatus spaltet er sich in seinem Verlaufe in etliche wenige untergeordnete Aeste, von denen sich der eine an der hintern Hälfte der Speiseröhre, die übrigen an dem vordern Theil des Magens verbreiten. Eben so fand ich seine Verbreitung auch bei Psammosaurus griseus: *Corti* aber will ihn bei diesem Saurier nur an der hintern Hälfte der Speiseröhre verbreitet gesehen haben [1]. — Bei einem Varanus bivitatus fand ich zwar gleichfalls eine Arterie, die sich in Hinsicht des Verlaufes und der Verbreitung an der Speiseröhre ähnlich, wie die so eben beschriebene verhielt; doch war sie nicht ein Ast der Art. mesenterica communis, sondern entsprang dicht hinter derselben aus der linken Aortenwurzel. Ob aber dieser ihr ungewöhnlicher Ursprung nur eine individuelle Abweichung von der Regel war, oder ob er der genannten Art der Varaniden eigenthümlich ist, muss ich dahin gestellt sein lassen.

Abgesehen von dem beschriebenen Aste, den die Art. mesenterica communis in der Regel gleich nach ihrem Ursprunge absendet, verläuft dieses ansehnlich starke Blutgefäss in dem erwähnten Haltungsbande des Darmkanals schräg nach hinten und unten, und spaltet sich in einiger Entfernung von seinem Ursprunge unter einem sehr spitzen Winkel in 2 untergeordnete Aeste. Diese aber verzweigen sich in jenem von dem Bauchfell gebildeten Bande und verbreiten sich einestheils an dem Dünndarme mit Ausnahme einer kleinen Parthie an dem Anfange desselben, anderntheils an dem Dickdarm bis über dessen Mitte nach hinten hinaus [2].

---

1) De systemate vasorum Psammosauri grisei, Vindebonae 1847, pag. 22, Tab. I. Nr. 7.

2) Eine Abbildung dieser Arterie habe ich in Fig. 5 der dritten von den

Eine zweite bei den Varaniden für die Verdauungswerkzeuge bestimmte grössere Arterie, die ihrer Verbreitung nach der *Art. coeliaca* anderer Wirbelthiere entspricht, geht bei ihnen von dem Stamme der Aorta in einiger Entfernung von dem Anfange desselben ab, läuft in dem angeführten Haltungsbande des Darmkanals nach unten und etwas nach vorn zu der hintern Hälfte des Magens hin, und kreuzt sich mit der Art. mesenterica communis, indem sie an der linken Seite derselben vorbeigeht. Auch bei den Varaniden sind also diese grossen Blutgefässe der Verdauungswerkzeuge, wie bei einigen andern Schuppenechsen, gleichsam versetzt und entspringen in einer Folge, die der Regel zuwiderläuft, nach welcher bei den Wirbelthieren im Allgemeinen die Arterien, welche unmittelbar von der Aorta zu den Verdauungswerkzeugen gehen, in derselben Ordnung hinter einander entspringen, in der sie in diesen Körpertheilen sich verbreiten.

Was nun bei den Varaniden die Verbreitung der Art. coeliaca anbelangt, so spaltet sich dieselbe in einer ziemlich weiten Entfernung von ihrem Ursprunge in 2 an Grösse sehr ungleiche Aeste, von denen der dünnere und kürzere sich in einige in einer Reihe von vorn nach hinten auf einander folgende Zweige theilt, die sich zu dem mittlern Theil der kleinen Curvatur des Magens begeben. Der sehr viel dickere andere Ast, der hinter jenem liegt, läuft nach dem hintern Ende des Magens hin und theilt sich über demselben in 4 Zweige. Drei von diesen verbreiten sich meistens nur an dem hintern Drittel des Magens, bei dem Psammosaurus griseus aber einer von ihnen, der ansehnlich stark ist und an der rechten Seite des Magens verläuft, noch weiter nach vorn bis in die Nähe der Cardia. Der vierte Zweig, der jeden-

---

Tafeln gegeben, die zu meiner Abhandlung über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier gehören.

falls ziemlich stark ist, wendet sich nach dem Dünndarm hin, gibt einen kleinen Seitenzweig ab, der sich an dem vordersten Theil des Dünndarms und in der Bauchspeicheldrüse verbreitet, biegt sich darauf in der Nähe dieser Drüse nach vorn um, und läuft dann neben dem Ductus choledochus und der Vena portae als Arteria hepatica zur Leber hin. Die Milz, die links neben dem hintern oder stärkern Ast der A. coeliaca nicht fern von dem Anfange desselben liegt, erhält nicht nur von ihm, sondern auch von dem andern Aste dieser Arterie einen kleinen Zweig.

Dem hintersten Theil des Dickdarms wird das Blut durch 2 *Arteriae haemorrhoidales* zugeführt. Diese aber sind nicht, wie bei andern Schuppenechsen, besondere Aeste des Aortenstammes, sondern Zweige von 2 paarigen Aesten der A. A. iliacae externae, also auf die beiden Seitenhälften des Körpers vertheilt. Eine jede von jenen Arterien gibt nämlich, ehe sie aus der Rumpfhöhle hervordringt, einen mässig starken Ast ab, den *Corti* die A. pudenda communis benannt hat, und der sich in 2 Zweige spaltet, von denen sich der eine in der nächsten Umgebung des Afters und dem hintern Theil der Kloake, der andere aber an dem hintersten Theil (ungefähr dem hintern Drittel) des Dickdarms und dem vordern Theil der Kloake verbreitet.

IV. Panzerechsen.

§. 12.

Bei den Panzerechsen oder Krokodilen haben die Aortenwurzeln eine erheblich grosse Länge und vereinigen sich in der Rumpfhöhle sogar noch weiter nach hinten, als es bei den Varaniden der Fall ist, nämlich hinter der Mitte dieser Höhle zwischen der Cardia und dem zehnten oder eilften Wirbelbein des Rumpfes, in dem mit Einschluss

des Beckens bei den Krokodilen überhaupt nur 19 Wirbelbeine vorkommen.

§. 13.

Zu der Speiseröhre begeben sich bei den Krokodilen, wie bei andern Sauriern, mehrere Arterien hin. Von diesen aber ist keine ein besonderer Ast einer Aortenwurzel oder des Aortenstammes, sondern es sind dieselben nur Zweige von Aesten der Aortenwurzeln. Näher angegeben gehören die meisten von ihnen zweien grossen Aesten der rechten Aortenwurzel an, die zunächst ihrem Ursprunge, wie bei den Vögeln im Allgemeinen, ein Paar Art. anonymae darstellen. Diese Arterien nämlich entsenden an die Speiseröhre, ehe sie sich in die Halsarterien und Schlüsselbeinarterien theilen, ein Paar sehr unbedeutende Zweige oder einige wenige solche Zweige, weiter nach vorn aber aus ihren drei sich durch die Höhle des Halses erstreckenden Aesten (von denen der eine als Carotis subvertebralis unter den Körpern der Halswirbel, die beiden andern als ein Paar A. A. collaterales colli zusammen mit den Nervi vagi neben der Speiseröhre verlaufen) mehrere stärkere Zweige, die jedoch in Hinsicht der Zahl und relativen Grösse selbst bei einer und derselben Art von Krokodilen mancherlei Verschiedenheiten zeigen[1]). Der hinterste Theil der Speiseröhre erhält einen ziemlich starken Zweig von einem Ast der linken Aortenwurzel, der auch noch für andere Abschnitte des Darmkanals bestimmt ist, und den ich nunmehr zunächst beschreiben werde.

Die linke Aortenwurzel der Krokodile sendet in der Nähe ihres Endes bei einigen von diesen Sauriern eine ansehnlich grosse Arterie

---

1) Ein Näheres über die A. subvertebralis und die A. A. collaterales colli der Krokodile habe ich angegeben in der bereits erwähnten Abhandlung über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier.

aus, die zwar als eine *A. coeliaca* zu deuten ist, doch eine sehr viel weitere Verbreitung, als die gleichnamige Arterie der Säugethiere hat. Bei andern aber kommen statt derselben 2 weniger dicke Aeste der linken Aortenwurzel vor, von denen der eine dicht oder beinahe dicht hinter dem andern entspringt. Der letztere Fall kommt indess, so viel ich habe ermitteln können, lange nicht so häufig, wie der erstere vor, und ist nicht etwa einer besondern Art oder einigen Arten der Krokodile eigenthümlich, sondern zeigt sich nur als eine individuelle Ausnahme von der Regel. Es lässt sich daher annehmen, dass bei den verschiedenen Arten der Krokodile die A. coeliaca, wie bei den Schuppenechsen (§. 6) mitunter ausnahmsweise in zwei Arterien gleichsam zerfallen ist. — Die hauptsächlichsten Zweige, in welche sich diese eine oder diese beiden Arterien nicht weit von ihrem Ursprunge theilen, bleiben sich der Zahl und dem Verlaufe nach, so viel ich habe bei einigen injicirten Krokodilen darüber erfahren können, bei den verschiedenen Arten derselben ziemlich gleich. Ihre Zweige nun aber lassen sich bezeichnen als A. A. oesophagea, gastrica, gastro-hepatica, duodeno-hepatica, jejunalis und splenico-intestinalis.

A. Die *A. oesophagea* hat eine mässig grosse Dicke, läuft innerhalb des Rumpfes an der rechten Seite der Speiseröhre eine ziemlich lange Strecke nach vorn und breitet sich mit mehreren Zweigen theils über die obere, theils auch über die untere Seite der Speiseröhre aus.

B. Die *A. gastrica* (oder A. gastrica superior), ein beträchtlich dickes Gefäss, wendet sich nach hinten und links, erreicht bald nach ihrem Ursprung die obere Wandung des grossen Magensackes und verbreitet sich über die Wandung desselben.

C. Die *A. gastro-hepatica* (oder A. gastrica inferior), der stärkste von allen Zweigen, welche aus dem einen oder den beiden Aesten der

linken Aortenwurzel entspringen, geht in einem starken Bogen zwischen der Cardia und dem kleinen rundlichen Anhange des Pylorus nach unten, links und hinten zu der untern Seite des Magensackes, gibt anfänglich einige kleine Zweige an den erwähnten Anhang des Magens, die Cardia und das Ende der Speiseröhre ab, und verbreitet sich dann über die untere Wandung des Magensackes. Ausserdem aber gibt sie auch, nachdem sie an die untere Seite des Magens gelangt ist, 2 bis 4 ziemlich starke Zweige ab, die sich einestheils in dem linken Bauchfellmuskel verbreiten, anderntheils und hauptsächlich für den linken Leberlappen, in dessen untern hintern Rand sie eindringen, bestimmt sind.

D. Die *A. duodeno-hepatica*, ein ebenfalls ziemlich starkes Gefäss, spaltet sich über dem Magenanhange in mehrere Zweige, die aber in Hinsicht ihrer Anzahl manche Verschiedenheiten darbieten. Einige von ihnen verbreiten sich in der einfachen oder doppelten Schlinge, welche von dem vordersten Theil des Dünndarms, der einigermassen mit dem Duodenum der Säugethiere verglichen werden kann, gebildet wird. Ein anderer läuft an der linken Seite des nächstfolgenden Darmstückes in einiger Entfernung von dem Gekröse eine ziemlich lange Strecke nach hinten. Zwei bis drei andere gehen nach hinten zu dem rechten Rande des Magensackes, an dem sie dann nach hinten laufend sich verbreiten: doch kommt statt dieser letztern mitunter ein besonderer Zweig der A. coeliaca vor. Noch ein anderer Zweig geht nach vorn, verbreitet sich zum Theil in dem rechten Bauchfellmuskel und der Gallenblase, und dringt darauf mit 2 bis 4 Zweigen, in die er sich zertheilt hat, in den untern hintern Rand des rechten Leberlappens ein. Bisweilen aber kommen statt dieses einen vorderen Zweiges 4 bis 5 dünnere vor, von denen sich der eine an der Gallenblase verbreitet, die übrigen in den rechten Leberlappen eindringen, nachdem sie einige Seitenzweige an den rechten Bauchfellmuskel abgegeben haben.

E. Die *A. jejunalis,* ein ziemlich starker Zweig, der einige Seiten-

zweige an die gleich auf den Magen folgende einfache oder doppelte Schlinge des Dünndarms abgibt, läuft an dem nächstfolgenden Theil des Dünndarmes in dem Gekröse eine ziemlich lange Strecke nach hinten, gibt an diesen Theil des Darmes mehrere kleine Seitenzweige ab, und verbindet sich endlich mit der A. mesenterica, die bei den Krokodilen nur in einfacher Zahl vorkommt und nur eine mässig grosse Verbreitung hat.

F. Die *A. splenico-intestinalis*, ein langes Gefäss, das ungefähr so dick, wie die A. gastrica ist, verläuft über der A. jejunalis beinahe dicht unter dem Rücken in dem schmalern vordern Theil des Gekröses nach hinten zu der Milz, dringt in das vordere Ende dieses Organs hinein und aus dem hintern Ende desselben, wie schon *Cuvier* angegeben hat, hinaus, geht dann in dem breitern Theil des Gekröses, indem sie sich vom Rücken mehr entfernt, links von der A. mesenterica weiter nach hinten und theilt sich in dem Gekröse in 3 bis 5 Zweige, die sich in einer Reihe hinter einander zu dem hintern Theil des Dünndarmes und zu dem Dickdarme begeben. Innerhalb der Milz gibt sie nach verschiedenen Seiten viele kleine Zweige ab, die sich durch dieses Organ verbreiten, verliert aber darin nur wenig an Dicke. Ihre sich zu dem Darme begebenden Zweige bilden in dem Gekröse mehrere grosse Maschen, die dicht an den Darm heranreichen, mit den Maschen der A. mesenterica zusammenhängen und das Netzwerk, welches von jener Arterie dargestellt wird, erheblich verlängern. An dem Darm gehen also die A. jejunalis, A. mesenterica und A. splenico-intesinalis in einander über.

Die Theilung des einen oder der beiden Aeste, welche bei den Krokodilen die linke Aortenwurzel aussendet, zeigt mancherlei Verschiedenheiten. Ich will daher nur angeben, wie ich sie bei einem Allig. palpebrosus und einem Croc. rhombifer gefunden habe. Bei dem erstern, bei dem an der linken Aortenwurzel nur ein einziger Ast vorkam, sendete

dieser, nachdem er eine mässig lange Strecke verlaufen war, kurz hinter einander die A. oesophagea, A. gastrica, A. splenico-intestinalis und A. jejunalis aus und theilte sich darauf in die A. gastro-hepatica und A. duodeno-hepatica. Bei dem Crocodilus rhombifer aber, bei dem von der linken Aortenwurzel 2 Aeste abgingen, sendete der vordere zuerst die A. oesophagea ab und theilte sich darauf in die A. gastro-hepatica, A. duodeno-hepatica und A. jejunalis; der hintere Ast, der etwas dünner als der vordere war, theilte sich bald nach seinem Ursprunge in die A. gastrica und A. splenico-intestinalis.

§. 13.

Der Aortenstamm sendet bei den Krokodilen in einer mässig grossen Entfernung von seinem Anfange, und zwar unter dem zwölften oder dreizehnten Wirbel des Rumpfes, eine im Verhältniss zu ihm nicht unbeträchtlich dicke *Art. mesenterica communis* aus, die durch den breitern oder überhaupt grössern mittlern Theil des Gekröses hindurchgeht, in demselben zwei bis drei Reihen von grossen Maschen bildet und sich endlich an dem längern mittlern Theil des Dünndarmes, an den die Maschen der letzten Reihe nach ihrer ganzen Breite dicht angrenzen, mit einer zahlreichen Menge von kleinen aus diesen äussersten Maschen entsprossenen Zweigen verbreitet.

Die Art. caudalis, also die Fortsetzung des Aortenstammes, sendet gleich hinter dem letzten Kreuzbeinwirbel und in einiger Entfernung von den Ursprüngen der A. A. ischiadicae, die sich vor ihr befinden, eine *Art. haemorrhoidalis interna* für das hinterste Viertel des Dickdarmes aus. Diese Arterie hat jedoch nur eine sehr mässig grosse Dicke und spaltet sich nach einem kurzen Verlaufe dicht an dem Dickdarme in zwei ungleich lange Zweige, von denen der längere nach vorn, der viel kürzere, aber nicht viel dünnere, nach hinten zur Kloake geht. Noch

eine zweite *Art. haemorrhoidalis*, die ungefähr eben so dick, wie jene erstere ist, entspringt aus der A. caudalis etwas weiter nach hinten über der Kloake und verbreitet sich in der häutigen Wandung, der Muskulatur und den Moschusdrüsen der Kloake. Ob aber von ihr auch das Geschlechtsglied Zweige erhält, habe ich nicht ermitteln können.

V. Schlussbemerkungen.

§. 14.

Wie die vorstehenden Mittheilungen ergeben haben, kommen bei den Sauriern in der Zahl, der Grösse und den Ursprüngen ihrer für die Verdauungswerkzeuge bestimmten Arterien gar viele und bedeutende Verschiedenheiten vor. Was nun insbesondere diejenigen anbelangt, welche die Ursprünge der grösseren von diesen Gefässen betreffen, so steht eine der bedeutendsten und beachtungswerthesten von ihnen in einer innigen Beziehung zu der verschiedenen Länge, welche bei den Sauriern, je nach den Arten derselben, die Aortenwurzeln im Verhältnisse zu der Länge des Aortenstammes und der Rumpfhöhle haben. Wenn nämlich bei einem dergleichen Geschöpf die Aortenwurzeln eine relativ beträchtlich grosse Länge haben und sich mit einander erst unweit von der Mitte der Rumpfhöhle, oder sogar erst hinter ihr vereinigen, wie dies bei den Varaniden und den Krokodilen der Fall ist, so entsendet die linke in der Nähe ihres Endes an die Verdauungswerkzeuge entweder einen Ast von solcher Stärke und Ausbreitung, dass er darin einen für diese Organe weiterhin von dem Aortenstamme ausgesendeten entweder übertrifft (Krokodile), oder ihm beinahe gleich ist (Varaniden), oder — doch nur selten und nur ausnahmsweise — statt dessen zwei etwas schwächere, aber zusammengenommen jenem in Hinsicht der Verbreitung gleiche. Wenn hingegen bei einem Saurier die Aortenwurzeln nur eine verhältnissmässig geringe Länge haben, und sich in der Rumpf-

höhle weit nach vorne vereinigen, wie dies bei den Ringelechsen und mit Ausnahme der Varaniden auch bei den Schuppenechsen der Fall ist, so sendet die linke, selbst wenn sie im Verhältniss zu der rechten und dem Aortenstamme eine beträchtlich grosse Weite hat, entweder gar keinen Ast, oder nur einen oder einige sehr kleine und ganz unbedeutende Aeste zu den Verdauungswerkzeugen hin, der Stamm der Aorta aber entweder einen sehr bedeutend starken Ast oder 2 bis 5 ansehnlich starke Aeste, die in Hinsicht ihrer Verbreitung der A. coeliaca und den A. A. mesentericae der Säugethiere entsprechen.

Eine ähnliche Verschiedenheit in den Ursprüngen der grössern Arterien der Verdauungswerkzeuge, wie die so eben angegebene bei den Sauriern, kommt aber auch bei den übrigen Reptilien vor. Denn bei den Ophidiern, bei denen die Aortenwurzeln im Verhältnisse zu dem Aortenstamme nur eine sehr geringe Länge haben, und sich in der Rumpfhöhle weit nach vorn vereinigen, sendet die linke, wenn überhaupt, nur sehr unbedeutende Aeste zu den Verdauungswerkzeugen, und zwar nur zu der Speiseröhre hin. Dagegen sendet bei den Cheloniern, bei denen die Aortenwurzeln im Verhältnisse zu dem Aortenstamme eine beträchtlich grosse Länge haben und sich erst in einiger Entfernung von der Mitte der Rumpfhöhle vereinigen, die linke entweder 3 bis 4 Aeste von verschiedener Grösse aus, die allen Verdauungswerkzeugen, abgesehen von der vordern Hälfte der Speiseröhre, das ihnen nöthige Blut zuführen (Sumpfschildkröten), oder statt derselben 2 Aeste, nämlich eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis (Landschildkröten), oder nur einen einzigen, aber bedeutend starken Ast, der eine A. coeliaco-mesenterica darstellt und sich in den Verdauungswerkzeugen noch viel weiter ausbreitet, als der bei den Varaniden und den Krokodilen von der gleichen Abtheilnng der Aorta ausgesendete (Seeschildkröten.) Zwar hat *Meckel* angegeben, dass bei Chelone die gemeinschaftliche Gekrös- und Eingeweidschlagader, wie bei den Fröschen,

aus der Vereinigungsstelle der beiden Aortenwurzeln entspringt [1]), doch habe ich bei einem fast reifen Embryo von Chelonia Midas und bei einer jungen Chelonia imbricata deutlich erkennen können, dass bei ihnen diese Arterie eine kurze Strecke vor dem Stamme der Aorta von deren linken Wurzel abging [2]).

Bei den Amphibien oder Batrachiern sendet, so viel mir bekannt, nur der Aortenstamm eine oder einige grössere Arterien an die Verdauungswerkzeuge ab. Dies aber geschieht, je nach der relativen Länge der Aortenwurzeln, entweder fern von diesen, oder ganz nahe denselben. Denn bei den geschwänzten Batrachiern, bei denen die Aortenwurzeln im Verhältnisse zu dem Aortenstamme nur eine geringe Länge haben und sich in der Rumpfhöhle weit nach vorn vereinigen, entspringt die bei diesen Thieren vorkommende A. coeliaca nebst 2 bis 6 A. A. mesentericae weit von jenen erstern entfernt, nämlich die A. coeliaca ein wenig vor, oder sogar erst, wie z. B. bei Salamandra maculosa, hinter der Mitte der Rumpfhöhle. Bei den ungeschwänzten Batrachiern aber, bei denen die Aortenwurzeln im Verhältnisse zu dem Aortenstamme viel länger sind und sich mit einander erst in einiger Entfernung von der Mitte der Rumpfhöhle zwischen den vordersten Theilen der Nieren vereinigen, entspringt die bei diesen Thieren vorkommende anschnlich grosse A. coeliaco-mesenterica in der Regel entweder dicht hinter dem Vereinigungswinkel derselben, oder doch nur in einem sehr geringen Abstande von ihm. So fand ich ihren Ursprung gleich hinter jenem Winkel und übrigens mehr oder weniger links hin so gelegen, dass sie das fortzuführende Blut grösstentheils aus der linken Aortenwurzel erhalten konnte, bei Bufo vulgaris, B. variabilis, B. agua, Rana temporaria, R. esculenta und R. mugiens, ein klein wenig hinter jenem

---

1) System der vergleichenden Anatomie, Theil V. Seite 247.

2) Bei zwei jungen Exemplaren der Sphargis coriacea sah ich die A. coeliaco-mesenterica ein klein wenig weiter nach hinten von der linken Aortenwurzel abgehen, als bei den oben angeführten Arten der Gattung Chelonia, nämlich da, wo sich diese Aortenwurzel mit der andern zu dem Aortenstamme vereinigt. (S. meine Untersuchungen über die Entwickelung der Schildkröten. [Braunschweig 1848] Seite 211 Taf. IX. Fig. 4.)

Winkel bei Pelobates fuscus, Bombinator igneus, Cystignathus ocellatus und Hyla arborea, noch etwas weiter davon entfernt bei einer Pipa verrucosa, doch selbst bei dieser, obgleich sie völlig erwachsen und für ihre Art beträchtlich gross war, kaum um zwei Drittel einer Pariser Linie. Nur allein bei einem Rhinoderma fand ich als eine Ausnahme von der Regel den Ursprung der A. coelico-mesenterica ziemlich weit von dem Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln entfernt, nämlich bei einem Exemplar, das abgesehen von den Hinterbeinen 1½ Zoll lang war, um 1½ Linie. (Es gehörte dasselbe zu einer noch nicht beschriebenen Art von Rhinoderma, hatte an der Rückseite des Körpers auf einem schwarzen Grunde kleine goldgelbe Flecken und Kreise, war am Bauche weiss mit kleinen schwarzen Flecken und war aus Südamerika eingesendet.)

Nach dem Angeführten lässt sich also von den Reptilien überhaupt angeben, dass bei denjenigen von ihnen, bei welchen sich die Wurzeln der Aorta mit einander ungefähr in der Mitte der Rumpfhöhle oder nicht besonders weit vor ihr vereinigen, die linke nahe ihrem Ende einen verhältnissmässig ansehnlich starken Ast oder 2 bis 4 stärkere Aeste aussendet, die entweder denselben Dienst zu leisten haben, wie die bei andern Wirbelthieren von dem Aortenstamme abgegebene A. coeliaca nebst den A. A. mesentericae, oder doch, — wie es bei den Varaniden und Krokodilen der Fall ist, — den Dienst von einem dieser Aeste des Aortenstammes.

Es fragt sich nun, wie es sich erklären lässt, dass in der Klasse der Reptilien bei einigen von diesen Thieren eine oder einige für die Verdauungswerkzeuge so wichtige Arterien, deren Analoga bei andern von diesen Thieren aus dem Aortenstamme entspringen, nicht gleichfalls von demselben, sondern von der einen Aortenwurzel ausgesendet werden? Um hierauf eine Antwort geben zu können, werden zunächst die Beobachtungen in Betracht zu ziehen sein, welche bis jetzt bei Wirbelthieren über die Entstehung und erste Entwickelung der Aorta gemacht worden sind.

Nach einer von *Remack* gemachten Entdeckung ist bei dem Hühn-

chen die Aorta anfangs völlig doppelt. Nach ihr geht nämlich bei dem Hühnchen an dem zweiten Bebrütungstage der Truncus arteriosus communis in 2 symmetrische und auf die beiden Seitenhälften des Körpers vertheilte einfache Gefässkanäle, die primitiven Aorten über, die zuvörderst bogenförmig neben dem vordern Ende des Schlundes nach der Rückenwand des Körpers aufsteigen, dann parallel mit der Chorda dorsalis bis zu der Schwanzanlage verlaufen und ungefähr in der Mitte des Embryos 2 A. A. omphalo-mesentericae aussenden. Demnächst aber kommen diese Kanäle, während sich etliche mit den vordersten Theilen derselben zusammenhängende Schlundgefässbogen (Kiemengefässbogen) bilden, hinter den dadurch entstandenen complicirten oder primitiven Aortenwurzeln einander immer näher und verschmelzen darauf an einer Stelle in der Art, dass daselbst aus beiden ein einziger Kanal gebildet wird. Ist dies geschehen, so besteht das arterielle System des Hühnchens, wie schon lange bekannt war, aus dem sogenannten Truncus arteriosus communis, zweien complicirten Aortenwurzeln, einem sehr einfachen kurzen Aortenstamme und den in einem geringen Abstande von einander parallel verlaufenden hintern Hälften der primitiven Aorten, welche Hälften zu dieser Zeit als 2 lange Aeste jenes Stammes erscheinen und in ihrem Verlaufe die A. A. omphalo-mesentericae aussenden. Allmählich aber rücken auch diese hintern längern Hälften der primitiven Aorten (die Arteriae vertebrales posteriores nach *v. Baer*) immer näher an einander und verschmelzen in der Richtung von vorn nach hinten ebenfalls zu einem einfachen Kanal, so dass überhaupt aus den beiden primitiven Aorten hinter den Wurzeln derselben ein einfacher bis in den Schwanz hineinreichender langer Aortenstamm, nämlich die Aorta descendens des Hühnchens gebildet wird[1]). Dabei vergeht dann übrigens die rechte A. omphalo-

1) Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere von *Rob. Remack* (Berlin 1855) Seite 20 und 59. Wie ich bei Embryonen des Sperlings und

mesenterica, wogegen die linke bis zu einer gewissen Zeit an Grösse immer mehr zunimmt. — Wie bei dem Hühnchen, oder wohl überhaupt den Vögeln, besteht nach Beobachtungen, die *Bischoff* an sehr jungen Embryonen des Kaninchens und des Hundes gemacht hat, auch bei den Säugethieren die Aorta zu einer gewissen Zeit des Fruchtlebens aus 2 zusammengesetzten Wurzeln, einem äusserst kurzen Stamme, der weit nach vorn liegt, und 2 unter der Rückenwand des Leibes parallel nach hinten bis in den Schwanz verlaufenden Aesten, von denen die Nabelgekrösarterien ausgesendet werden, welche Arterien sich aber bei diesen Thieren in einer sehr viel grössern Zahl, als bei den Vögeln bilden [1]). Etwas später vergehen alle Nabelgekrösarterien bis auf eine, die gegentheils noch einige Zeit an Grösse zunimmt und beinahe so lange bestehen bleibt, wie das Nabelbläschen selbst. Wenn aber nur noch diese eine Nabelgekrösarterie vorhanden ist, findet man an Stelle des erwähnten sehr kurzen Aortenstammes und seiner beiden nach hinten laufenden Aeste einen bei weitem längern Aortenstamm, der sich von den Aortenwurzeln bis in den Schwanz erstreckt und beträchtlich weit von seinen Wurzeln jene übrig gebliebene Nabelgekrösarterie abgibt. Demnach lässt sich wohl als gewiss annehmen, dass bei den Säugethieren der Stamm der Aorta oder vielmehr die Aorta descendens [2]) eben so, wie bei den Vögeln, durch eine Ver-

---

der Krähe gefunden habe, hat bei diesen Vögeln auch die Carotis subvertebralis eine eben solche Entstehung. Bei ihnen nämlich, — und ohne Zweifel auch bei andern Vögeln, welche eine dergleichen Arterie besitzen, — biegen sich die beiden gemeinschaftlichen Carotiden bogenförmig nach oben und innen (gegen die Wirbel und die Mittelebene des Halses) aus, kommen einander näher, legen sich an einander an und verschmelzen allmählich beinahe ihrer ganzen Länge nach, worauf dann ihre mit einander verwachsenen innern Wandungen resorbirt werden.

1) Entwickelungsgeschichte des Kaninchen-Eies (Braunschweig 1842) und Entwickelungsgeschichte des Hunde-Eies (Braunschweig 1845).

2) Der Arcus aortae entwickelt sich bei den Säugethieren und Vögeln aus

schmelzung der hintern längern Hälften zweier in frühester Zeit des Fruchtlebens vorkommenden und getrennt von einander verlaufenden symmetrischen Aorten gebildet wird. Ueber die Entstehung und Entwickelung des Aortenstammes der Reptilien fehlt es zwar noch gänzlich an Beobachtungen; da aber bei diesen Thieren die am frühesten auftretenden Organe, wie namentlich die Rückensaite, das Rückenmark nebst dem Gehirn, die Augen, die Ohrlabyrinthe, der Darmkanal, die Schlundbogen und das Herz in eben derselben Weise entstehen und anfangs ähnliche Formen zeigen, wie bei den Vögeln und Säugethieren, auch überdies bei ihnen sich 2 ähnlich gestaltete Aortenwurzeln, wie bei jenen Wirbelthieren bilden, so lässt sich wohl mit Sicherheit annehmen, dass bei ihnen anfänglich ebenfalls 2 ihrer ganzen Länge nach getrennte und symmetrische Aorten vorkommen, deren hintere Hälften nachher zu einem einzigen Kanale, dem Aortenstamm oder der Aorta descendens verschmelzen.

Wenn dies nun aber der Fall ist, so wird es bei den Reptilien in Betreff des Ursprunges ihrer für die Verdauungswerkzeuge bestimmten grössern Arterie darauf ankommen, von wo aus die beiden primitiven Aorten zu dem nachherigen Aortenstamme verschmelzen. Beginnt die Verschmelzung sehr nahe hinter den Stellen, an denen etwas später das letzte Paar der Schlundgefässbogen entsteht, so wird nach der erfolgten Bildung des Aortenstammes es nur dieser sein können, von dem die A. coeliaco-mesenterica oder die A. coeliaca und eine oder zwei A. A. mesentericae abgehen, weil die verschiedenen so eben genannten Gefässe bei den Wirbelthieren überhaupt zwar jedenfalls hinter dem letzten Paar der Schlundgefässbogen, jedoch nicht unmittelbar hinter

---

dem einen der beiden vorletzten Schlundgefässbogen durch eine Erweiterung oder überhaupt Vergrösserung desselben.

demselben, sondern erst in einer grössern oder geringern Entfernung davon aus der Aorta — sei es aus einer von den beiden primitiven oder erst aus der secundären hervorwachsen. Wenn hingegen die Verschmelzung der beiden primitiven Aorten erst in einer grössern Entfernung von den Stellen beginnt, an denen das letzte Paar der Schlundgefässbogen entsteht, so wird nach der erfolgten Bildung des Aortenstammes eine grössere Arterie der Verdauungswerkzeuge, oder werden etliche solche Arterien schon von einer der beiden secundären oder vereinfachten Wurzeln der Aorta abgehen können.

In welcher Gegend des Körpers sich bei verschiedenen Wirbelthieren die Aortenwurzeln zu dem Aortenstamme vereinigen, wenn sich dieser erst unlängst gebildet oder erst zu bilden angefangen hat, ist zwar bis jetzt noch nicht genau ermittelt worden; so viel steht jedoch fest, dass sich bei den Wirbelthieren im Allgemeinen ihr Vereinigungswinkel dann weit nach vorn befindet, bei denjenigen namentlich, welche vordere Gliedmassen erhalten, vor den Andeutungen dieser Körpertheile, und dass derselbe, wenn überhaupt, so erst nachher allmählich mehr oder weniger weit nach hinten rückt. Selbst bei der Emys europaea, bei der nach ihrer vollendeten Ausbildung der Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln nicht gar fern von der Mitte der Rumpfhöhle liegt, befindet sich derselbe anfangs vor den Vorderbeinen. Denn bei Embryonen dieser Schildkröte, die zwar verschiedentlich weit entwickelt waren, doch sämmtlich noch 4 Paar Schlundspalten bemerken liessen, fand ich, dass sich die Aortenwurzeln zu dem Aortenstamme kurz vor den Vorderbeinen vereinigten. Bei ältern Embryonen derselben Schildkröte aber, die etwas über die Mitte des Fruchtlebens hinausgelangt waren, fand ich den Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln zwar schon hinter den Vorderbeinen, jedoch noch in derselben senkrechten Ebene, wie die Mitte des mit der rechten Vorkammer des Herzens zusammenhängenden Sinus venosus, statt dass er bei erwachsenen Exemplaren etwas weiter nach hinten, als die abgerundete Spitze des Herzens liegt. Diese Veränderung seiner Lage aber hat bei den Schildkröten — wie auch wahrscheinlich bei den Krokodilen, Varaniden und ungeschwänzten Batrachiern — seine Ursache einestheils darin, dass die aus den primitiven Aortenwurzeln entstandenen secundären Aortenwurzeln, wie das Herz und der Magen, allmählich weiter nach hinten wandern, anderntheils auch in dem Umstande, dass

sie einige Zeit an Länge mehr zunehmen, als der Aortenstamm. (S. meine Untersuchungen über die Entwickelung der Schildkröten, S. 31, 42 und 250.) Obgleich also bei den Wirbelthieren im Allgemeinen und den Reptilien insbesondere der Vereinigungswinkel ihrer Aortenwurzeln wohl jedenfalls anfänglich weit nach vorn liegt, so dürfte doch für jetzt mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, dass bei den Schildkröten, Krokodilen und Varaniden schon gleich anfangs, wenn die Verschmelzung der beiden primitiven Aorten begonnen hat, die hinter dem letzten Paar der Schlundgefässbogen befindlichen Theile der Aortenwurzeln eine verhältnissmässig grössere Länge haben, als bei den übrigen Reptilien, da bei ihnen die eine Aortenwurzel an die Verdauungswerkzeuge eine oder einige grössere Arterien abgibt, deren Analoge bei den übrigen Reptilien erst hinter den Wurzeln der Aorta von dem Stamme derselben abgegeben werden.

§. 15.

Da bei denjenigen Reptilien, bei welchen eine oder einige grössere Arterien der Verdauungswerkzeuge von einer Aortenwurzel abgehen, nämlich bei den Krokodilen, Varaniden und Schildkröten, es jedenfalls der absteigende oder obere Theil der *linken* Aortenwurzel ist, der sie aussendet, derselbe aber ein übrig gebliebener und vergrösserter Theil der linken primitiven Aorta ist, so fragt es sich, ob nicht bei den Reptilien überhaupt oder gar bei allen höhern Wirbelthieren die grössern Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge von der *linken* primitiven Aorta abstammen und sich also daraus jenes angeführte Verhältniss in dem arteriellen Systeme der Krokodile, Varaniden und Schildkröten erklären lässt? Diese Frage nun aber wird mit Sicherheit zwar erst nach vielfältigen Untersuchungen über die Entstehung der beregten Arterien beantwortet werden können, doch will ich in dem Nachstehenden einige Bemerkungen mittheilen, die einmal zu einer bestimmten und sichern Beantwortung derselben benutzt werden könnten.

1. Bei den höhern oder denjenigen Wirbelthieren, welche über den Fischen und Batrachiern stehen, entwickelt sich eine mehr oder weniger

ansehnlich grosse Arterie der Verdauungswerkzeuge aus einer einige Zeit über den ganzen Dottersack verbreiteten Art. omphalo-mesenterica, indem dieses Gefäss in der Nähe seines Ursprungs einen Zweig oder einige Zweige aussendet, die eine mehr oder weniger grosse Ausbreitung in dem Gekröse und den Verdauungswerkzeugen gewinnen. Bei den meisten Säugethieren, den meisten Schuppenechsen (§. 6), einigen Ringelechsen (§. 2), der Natter und der Klapperschlange, oder vielmehr wohl bei den meisten Schlangen, ist die Arterie, welche sich aus dem erwähnten und nachher zum grössten Theil vergehenden Gefäss entwickelt, eine Art. mesenterica anterior (oder superior) bei den Vögeln, den Krokodilen, einigen Schuppenechsen, einigen Ringelechsen (§. 2, 6 und 9) und dem Cylindrophis rufus eine Art. mesenterica communis, bei einigen Säugethieren (Meerschweinchen, Maulwurf, Vespertilio murinus und den Schuppenechsen der Gattungen Lacerta und Uperanodon eine Art. coeliaco-mesenterica. Die Art. omphalo-mesenterica aber, aus der sich die eine oder die andere von den erwähnten Arterien bildet, ist mit ziemlicher Gewissheit bei allen höhern Wirbelthieren — falls nämlich die Aorta auch bei den Reptilien anfangs doppelt vorkommt, woran indess wohl kaum gezweifelt werden dürfte, — ein Ast der linken primitiven Aorta. Denn in Betreff der Vögel geht dies aus Beobachtungen hervor, die *Pander, v. Baer* und *Remack* an dem Hühnchen gemacht haben, und in Betreff der Säugethiere, Saurier und Schlangen muss ich solches desshalb annehmen, weil ich bei der Katze, dem Igel, dem Kaninchen, dem Hasen, dem Meerschweinchen, dem Schweine, der Blindschleiche, der Lacerta agilis, noch einer andern Schuppenechse, die zu der Gattung Euprepis gehörte, der Natter und dem Crotalus horridus [1])

---

1) Von Crotalus horridus, einer gleich den Vipern lebendige Junge gebärenden Schlange, untersuchte ich ein Exemplar, das in Hamburg bald nach seiner Geburt gestorben war und noch eine kleine Narbe von einer Nabelöffnung bemerken

die Art. omphalo-mesenterica auf ihrem Wege zu dem Dottersack am Darm linkerseits vorbeigehen sah, bei zwei jungen Exemplaren von Salvator Merianae, die einige Zeit nach ihrem Austritt aus dem Ei gestorben waren, einen noch ziemlich grossen Ueberrest dieser Arterie beinahe seiner ganzen Länge nach frei an der linken Seite des Gekröses liegen fand, und bei einigen Embryonen von Krokodilen, bei welchen Reptilien diese Arterie in ihrem Verlauf zum Dottersack in zwei, das Gekröse und den Darm umfassende Zweige getheilt ist, von der linken Seite des Aortenstammes abgehen sah. Demnach wird also bei den höhern Wirbelthieren auch diejenige Arterie der Verdauungswerkzeuge, welche sich aus der Art. omphalo-mesenterica bildet, aber je nach ihrer grössern oder geringern Ausbreitung unter den Namen der A. coeliaco-mesenterica, der A. mesenterica communis und der A. mesenterica anterior aufgeführt wird, als eine solche zu betrachten sein, die aus der linken primitiven Aorta entsprungen ist.

Wenn gleich aber diese Arterie bei den verschiedenen höhern Wirbelthieren von der linken primitiven Aorta abstammt, so sieht man sie demungeachtet bei vielen von denselben, nachdem sich bei ihnen schon eine secundäre Aorta, also bereits ein unpaariger Aortenstamm gebildet hat, nicht, wie man hätte vermuthen können, von der linken, sondern gegentheils von der rechten Seitenhälfte des Aortenstammes abgehen. Denn von der untern oder sogar von der äussern Seite dieser Hälfte desselben sah ich sie abgehen namentlich bei Embryonen vom Igel,

---

liess. Die Ueberreste derjenigen Theile der Arteria und Vena omphalo-mesenterica, welche in der spätern Zeit des Fruchtlebens Aeste der A. und V. mesenterica anterior dargestellt hatten, erschienen als zwei lange, dünne und an ihrem Ende blinde Gefässe, die bis zu dem Nabel reichten. Ein im Leibe liegender Ueberrest des Dottersackes war nicht vorhanden.

Hasen, Meerschweinchen, Schwein, Huhn und Sperling; ferner bei erwachsenen Exemplaren von Amphisbaena fuliginosa, Lepidosternon phocaena, Platydactylus guttatus, Phrynosoma Harlanii, Polychrus marmoratus, Anolis carolinensis, Chamaesaura anguina, Euprepis Merremii, Pseudopus Pallasii, Acontias meleagris und Ophisaurus ventralis, dessgleichen bei erwachsenen Exemplaren von Typhlops reticulatus, Uropeltis ceylanicus, Cylindrophis rufus, Ilysia scytale, Tropidonotus natrix und Python tigris, wie auch bei einem neugeborenen Crotalus horridus, bei dem sie völlig von der rechten Seite des Aortenstammes abging. Es ist daher anzunehmen, dass sie bei sehr vielen höhern Wirbelthieren, nachdem sich bei denselben ein secundärer Aortenstamm gebildet hat, an ihrem Ursprunge aus diesem Gefässstamme mehr oder weniger weit von links nach rechts verschoben wird.

Unter den Amphibien oder Batrachiern, bei denen kein Dottersack vorkommt, geht bei den ungeschwänzten die Arterie, welche allen Verdauungswerkzeugen derselben mit Ausnahme der Speiseröhre Blut zuführt und als eine Art. coeliaco-mesenterica bezeichnet werden kann, meistens mehr oder weniger deutlich von der linken Seite des Aortenstammes ab (§. 14). Desshalb aber und weil wohl ohne Zweifel auch bei diesen Thieren die Aorta anfangs doppelt ist, lässt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Art. coeliaco-mesenterica auch bei ihnen aus der linken primitiven Aorta entsteht, sei es erst nachdem die hintere Hälfte derselben mit der gleichen Hälfte der rechten zu dem Aortenstamme verschmolzen ist, oder schon einige Zeit vorher.

Bei den Haifischen und Rochen, die in ihrem Embryonenzustande, wie bekannt, einen Dottersack und eine Art. omphalo-mesenterica besitzen, entspringt diese Arterie aus dem Aortenstamme sehr nahe hinter dem Kiemenapparat und läuft auf ihrem Wege zu dem Dottersack, wie ich in Betreff der Haifische schon vor mehr als 30 Jahren angegeben[1]), auch neuerlich bei Embryonen von einigen

---

1) Beiträge zur Geschichte der Thierwelt (vierte Abtheilung, Seite 42 und 43) in den neuesten Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. Band II, Heft 2. Halle 1827.

Arten dieser Fische und bei einem reifen Embryo von Torpedo Galvanii gesehen habe, an der *rechten* Seite des Magens und zwischen den beiden Lappen der Leber hin. Höchst wahrscheinlich also wächst sie bei ihnen nicht, wie bei den höhern Wirbelthieren, aus der linken, sondern aus der rechten primitiven Aorta hervor. Aus ihr entwickelt sich eine Art. coeliaco-mesenterica. Diese entsendet übrigens bei den Haifischen, — wie ich besonders bei zwei erwachsenen Exemplaren von Spinax niger wahrgenommen habe — nachdem sie an der rechten Seite des Magens eine mässig grosse Strecke nach hinten verlaufen ist, einen dünnen Zweig als eine A. hepatica, der neben dem vordern Drittel des verhältnissmässig ansehnlich langen Gallenganges nach vorn zu dem rechten Lappen der Leber geht, und theilt sich bald darauf unter einem spitzen Winkel in zwei beinahe gleich dicke Aeste. Von diesen verläuft der eine an dem Magen weiter nach hinten bis in die Gegend, wo sich derselbe nach vorn umbiegt, der andere aber an den zwei letzten Dritteln des Gallenganges nach hinten zu der Flexur, die von dem Dünndarm und dem Dickdarm gebildet wird, und theilt sich an ihr in zwei ungleich lange Zweige, von denen der kürzere an dem Dünndarm bis in die Nähe des Pylorus, der längere an der vordern Hälfte des Dickdarms verläuft. Weit hinter der beschriebenen Arterie entspringen aus dem Aortenstamme zwei um Vieles kleinere, von denen sich die eine in der Milz und an der Umbiegungsstelle des Magens, die andere als eine A. mesenterica posterior an der hintern Hälfte des Dickdarms verbreitet. — Bei Torpedo Galvanii verbreitet sich die Art. coeliaco-mesenterica, wie ich bei einem erwachsenen Exemplar dieses Fisches gesehen habe, an den Verdauungswerkzeugen von der Speiseröhre bis zu dem After hin. Bei Raja clavata aber kommen nach den von *Alex. Monro* gemachten Angaben eine A. coeliaca und eine A. mesenterica communis vor, von denen die letztere aus dem Aortenstamme nur wenig weit hinter der erstern entspringt [1]).

2. Die *Art. coeliaca* und die *Art. mesenterica posterior* der höhern Wirbelthiere entstehen später, als die gleichsam eine Sprosse oder Anlage für eine andere bedeutende Arterie der Verdauungswerkzeuge dar-

1) Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Bau des Menschen und der übrigen Thiere. Aus dem Englischen übersetzt von *Joh. Gottl. Schneider.* (Leipzig 1787.) Tafel I, Fig. 5 und Tafel III.

stellende Art. omphalo-mesenterica, nämlich allem Anscheine nach erst dann, wenn bereits durch eine erfolgte Verschmelzung der hintern Hälften der primitiven Aorten ein stärkerer unpaariger Gefässstamm, nämlich bei den Reptilien der ganze Stamm der secundären Aorta, bei den Vögeln aber und den Säugethieren die demselben entsprechende Aorta descendens gebildet worden ist. Ob aber diese Arterien gleichfalls aus dem der linken primitiven Aorta angehörigen Antheil der secundären Aorta hervorwachsen, also von demselben morphologischen Elemente der secundären Aorta, wie die Art. omphalo-mesenterica abstammen, oder ob eine jede von ihnen ohne eine bestimmte Regel in einem Falle aus der linken, in einem andern aus der rechten Hälfte, und in einem noch andern auf der Grenze der beiden Seitenhälften des Aortenstammes hervorwächst, würde noch besonders an sehr jungen Embryonen verschiedener Wirbelthiere zu untersuchen sein. Vorläufig habe ich indess, weil mir jetzt eine Gelegenheit zu Untersuchungen an dergleichen Embryonen fehlte, bei ältern Embryonen, sowie auch bei jüngern und bei ältern Exemplaren verschiedener höherer Wirbelthiere nachgesehen, von welcher Seite des Aortenstamms die erwähnten Arterien abgehen, um vielleicht schon dadurch zu der Lösung der oben aufgeworfenen Frage etwas beitragen zu können. Was ich nun dabei fand, war im Wesentlichen Folgendes.

A. Die *Arteria coeliaca* entsprang

a) bei Igelembryonen, die eine Länge von 1″ hatten, bei Schweinsembryonen, die 1″ 9‴ lang waren, bei etwas grössern Hasenembryonen, bei einige Tage alten Kaninchen, bei zwei neugebornen Katzen und bei drei neugebornen Kindern zwar aus der untern Seite der Aorta descendens, doch etwas weiter links hin, als die A. mesenterica anterior, die bei ihnen fast auf der Grenze der untern und der rechten Seite der Aorta von dieser abging.

b) Bei verschiedentlich weit entwickelten Sperlingsembryonen, von

denen die kleinsten, wenn ich sie gerade gestreckt hatte, vom Scheitel bis an das Ende des Schwanzes 8½''' lang waren und bei denen noch zwei an Dicke beinahe gleiche Aortenwurzeln vorkamen, die sich auf der Grenze des vierten und des fünften Rumpfwirbels vereinigten, entsprang die Art. coeliaca gleich hinter dem Vereinigungswinkel der Aortenwurzeln auf der Grenze der untern und der rechten Seite des Aortenstammes oder der künftigen Aorta descendens, also aus dem Aortenstamme an dem Ende seiner rechten Wurzel. Eben dasselbe war auch der Fall bei verschiedentlich weit entwickelten Embryonen der Krähe, von denen die jüngsten nur erst meisselförmige Beine ohne Andeutungen von Zehen hatten, und bei Hühnchen von dem zehnten und den nächstfolgenden Tagen der Bebrütung. Dessgleichen ging die Art. coeliaca bei jungen Sperlingen, die beinahe flügge waren, und bei ziemlich vielen darauf untersuchten erwachsenen Vögeln aus den verschiedenen Ordnungen ihrer Klasse von der Aorta descendens auf der Grenze der untern und der rechten Seite derselben ab, bei ihnen aber nicht mehr dicht hinter dem Ueberrest des hintersten oder desjenigen Theils der linken primitiven Aortenwurzel, welcher in der letztern Hälfte des Fruchtlebens als ein Ductus Botalli gedient hatte [1], sondern *weiter nach hinten* in einiger Entfernung von demselben. Verglichen mit der Art. mesenterica communis, die wohl bei allen Vögeln statt zweier Darmarterien vorkommt, ging sie übrigens von der Aorta fast immer deutlich etwas weiter rechts, als jene ab.

1) S. meine Abhandlung über die Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier. Seite 101. An dieser Stelle habe ich übrigens angegeben, dass man bei den Sperlingen von dem erwähnten Ductus arteriosus noch so lange einen Ueberrest findet, bis dieselben flügge geworden sind. Zu dieser Angabe aber kann ich jetzt, sie berichtigend, hinzufügen, dass ich später einen Ueberrest von einem solchen Gange auch bei Sperlingen, die wenigstens ein Jahr alt waren, wie bei andern erwachsenen Vögeln, bei denen ich darnach suchte, gefunden habe.

c) Unter den Sauriern, welche ich auf die Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge untersucht habe, entsprang die Art. coeliaca

α) völlig aus der linken Seite des Aortenstammes bei Embryonen von Anguis fragilis und einer Euprepis, wie auch bei erwachsenen Exemplaren von Psammosaurus griseus, Varanus niloticus, Gymnodactylus scaber, Phyllodactylus gymnopogon, Platydactylus guttatus, Chamaeleo vulgaris, Phrynosoma Harlanii, Polychrus marmoratus, Chamaesaura anguina, Euprepis Sebae, Eupr. Merremii, Pseudopus Pallasii, Acontias meleagris, Ophisaurus ventralis, Amphisbaena fuliginosa, Amph. vermicularis, Amph. dubia, Lepidosternon microcephalum und Lepid. phocaena;

β) theils aus der linken, theils aus der untern Seite des Aortenstammes, doch meistens mehr aus der erstern, als aus der letztern, bei Iguana tuberculata, Draco viridis, Agama mutabilis, Anolis carolinensis, Gongylus ocellatus und Cyclodus nigro-luteus;

γ) aus der untern Seite des Aortenstammes, doch etwas weiter links hin, als die Art. mesenterica anterior, bei zwei jungen Exemplaren von Salvator Merianae.

δ) Bei Typhlops reticulatus, Uropeltis ceylanicus, Ilysia scytale, Cylindrophis rufus, Python tigris, Tropidonotus natrix und Vipera berus sah ich die Art. coeliaca von der untern Seite des an ihrer Ursprungsstelle nur sehr wenig dickern Aortenstammes abgehen, doch bei den zwei zuletzt genannten Schlangen nicht ganz von dieser Seite, sondern zum Theil auch von der linken Seite desselben. Und einen eben solchen Ursprung, wie bei diesen letztgenannten erwachsenen Schlangen, zeigte sie auch bei einem neugebornen Crotalus horridus, bei dem sie aber sehr viel dünner, als die Aorta war.

B. Die *Arteria mesenterica posterior* entsprang

a) bei neugebornen Kindern von der untern Seite des Aortenstammes gleich weit von der linken und der rechten Seite desselben,

aber weiter linkshin, als die A. mesenterica anterior (superior) bei jungen Kaninchen auf der Grenze der linken und der untern Seite des Aortenstammes, bei neugebornen Katzen aus der linken Seite dieses Arterienstammes. (Bei den vorhin [A, a] angeführten Säugethierembryonen, die schon eine längere Zeit im Weingeist gelegen hatten, konnte ich nicht ermitteln, von welcher Seite der Aorta descendens die Art. mesenterica abging, weil ich sie bei ihnen wegen ihrer noch sehr grossen Zartheit in der verhältnissmässig ansehnlich dicken Falte des Bauchfells, in der sie eingeschlossen war, weder von aussen deutlich erkennen, noch auch in dieser sehr bruchig gewordenen Falte eine Strecke weit blosslegen konnte.)

b) Unter den untersuchten Sauriern entsprang diese Arterie

α) bei fast reifen Embryonen von Anguis fragilis, desgleichen bei erwachsenen Exemplaren von Draco viridis, Chamaeleo vulgaris, Acontias meleagris und verschiedenen Amphisbäniden völlig aus der linken Seite des Aortenstammes;

β) bei fast reifen Embryonen einer Euprepis, wie auch bei erwachsenen Exemplaren von Agama mutabilis, Euprepis Sebae, Eupr. Merremii und Chamaesaura anguina fast ganz aus der linken Seite desselben;

γ) bei sehr jungen Exemplaren von Salvator Merianae und bei erwachsenen Exemplaren von drei verschiedenartigen Geckotiden, von Iguana tuberculata, Polychrus marmoratus, Zonurus cordylus, Gongylus ocellatus, Pseudopus Pallasii und Ophisaurus ventralis zwar aus der untern Seite des Aortenstammes, doch mehr linkshin, als die Art. mesenterica anterior.

c) Bei einer engmäuligen Schlange, nämlich bei Typhlops reticulatus, die nur eine einzige Art. mesenterica posterior besitzt, entsprang dieselbe völlig aus der linken Seite des Aortenstammes, bei zwei an-

dern engmäuligen Schlangen aber, nämlich bei Ilysia scytale und Uropeltis ceylanicus, bei denen ebenfalls nur eine solche Arterie vorkommt, auf der Grenze der linken und der untern Seite dieses Gefässstammes. Bei verschiedenen weitmäuligen Schlangen, namentlich bei Tropidonotus natrix, Python tigris, Vipera berus und Crotalus horridus, die statt einer einzigen Arteria mesenterica posterior 2 bis 7 in einer Reihe auf einander folgende Arterienäste besitzen, sah ich diese von dem Aortenstamme auf der Grenze der linken und der untern Seite desselben abgehen.

Nach dem Angeführten geht also die Art. coeliaca bei einigen höhern Wirbelthieren, wenn sie über die ersten Stadien ihrer Entwickelung hinausgelangt sind, von der linken, bei andern von der untern Seite des Aortenstammes und bei noch andern von demselben auf der Grenze seiner untern und rechten Seite ab. Auch kommen bei diesen Thieren nach dem Angeführten ähnliche, obgleich nicht ganz so grosse Verschiedenheiten in dem Ursprunge ihrer Art. mesenterica posterior vor. Daraus jedoch, dass bei manchen von ihnen, wenn sie die ersten Stadien ihrer Entwickelung hinter sich haben, die eine oder die andere dieser Arterien von der rechten Seitenhälfte des Aortenstammes abgeht, lässt sich noch nicht ohne Weiteres folgern, dass sie bei denselben von demjenigen Theil des Aortenstammes, der aus dessen rechtem morphologischen Elemente entstanden war, auch ausgesendet worden ist, da sie im Verlaufe der Entwickelung des Individuums, wie nicht selten diejenige Arterie der Verdauungswerkzeuge, welche aus der Art. omphalo-mesenterica hervorgegangen ist, an ihrem Ursprunge aus dem erwähnten Gefässstamme gleichfalls eine Verschiebung von links nach rechts erfahren haben konnte. Es wird vielmehr in solchen Fällen zu beachten sein, ob sie von dem Aortenstamme mehr links, oder gegentheils mehr rechts, als die aus der Art. omphalo-mesenterica entstandene Arterie abgeht, und nur dann erst, wenn sie weiter rechts, als diese entspringt, mit vieler Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, dass sie aus der rechten

Seitenhälfte oder dem ehemaligen rechten morphologischen Elemente des Aortenstammes hervorgewachsen ist.

Nun aber sah ich in der Ordnung der Saurier die Art. coeliaca und die Art. mesenterica posterior, wenn sie als Aeste des Aortenstammes erschienen, meistens aus der linken Seite dieses Gefässstammes entspringen, in denjenigen Fällen aber, in welchen sie aus der untern Seite desselben entsprangen, von ihm weiter links abgehen, als diejenige Arterie, welche aus der Art. omphalo-mesenterica entstanden war. Meines Erachtens dürfte daher mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, dass bei den Sauriern die Art. coeliaca und die Art. mesenterica posterior gleichfalls, wie die aus der Art. omphalo-mesenterica entstandene Arterie ihrer Verdauungswerkzeuge, aus dem linken morphologischen Elemente der secundären Aorta, obschon erst nach erfolgter Verschmelzung desselben mit dem der rechten, hervorwachsen, von demselben also sämmtliche grössere Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge abstammen. Und eben dasselbe dürfte aus gleichen Gründen nach den oben angeführten, aber weniger zahlreichen Wahrnehmungen, welche ich bei erwachsenen und noch in der Entwickelung begriffenen Schlangen und Säugethieren über den Ursprung der grössern Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge gemacht habe, mit einer ziemlich grossen Wahrscheinlichkeit auch in Betreff der Abstammung derselben bei diesen Thieren anzunehmen sein. Dagegen lässt sich über die Art. coeliaca der Vögel schon jetzt wohl mit Gewissheit angeben, dass sie von dem rechten morphologischen Elemente der Aorta abstammt, da sie selbst bei solchem Embryonen dieser Thiere, die erst ungefähr bis zu der Mitte des Fruchtlebens gelangt sind, etwas weiter rechtshin, als die Art. mesenterica communis, und beinahe völlig von der rechten Seite der Aorta descendens abgeht, statt dass sie bei den Säugethieren und denjenigen Reptilien, bei welchen sie aus der Aorta descendens entspringt, von dieser mehr oder weniger deutlich weiter links abgeht, als diejenige Arterie,

welche sich aus der Art. omphalo-mesenterica entwickelt hat. Auch spricht bei den Vögeln für ihre Abstammung aus dem rechten morphologischen Elemente der Aorta ausserdem der Umstand, dass sie bei solchen jungen Embryonen von Sperlingen, Krähen und Hühnern, bei welchen noch zwei an Dicke gleiche Aortenwurzeln vorkommen, von dem Stamme der Aorta (der künftigen Aorta descendens) an dem Ende der rechten Wurzel desselben abgeht, also bei diesen Vögeln ausser allem Zweifel aus der rechten primitiven Aorta hervorwächst. Wenn aber unter den höhern Wirbelthieren bei den Vögeln die Art. coeliaca in der Wirklichkeit ausnahmsweise von der rechten primitiven Aorta abstammt, so liegt die Ursache davon einestheils darin, dass sie nicht, wie namentlich bei den Säugethieren, weit hinter den Aortenwurzeln entsteht, sondern unmittelbar hinter dem Winkel, unter welchem dieselben zusammen treffen, an dem Ende der rechten von beiden, anderntheils aber darin, dass bei ihnen zu der Darstellung des Aortenbogens nicht, wie bei den Säugethieren, ein Theil der linken, sondern ein Theil der rechten Aortenwurzel verwendet wird, also dieser zu einer weitern Entwickelung bestimmte, lebenskräftige Theil der rechten Aortenwurzel weit mehr befähigt sein wird, an seinem Ende eine bedeutende Arterie hervorzutreiben, als der ihm entsprechende, aber zum Vergehen bestimmte und schon früh absterbende Theil der linken Aortenwurzel. Da nun also nach den vorstehenden Erörterungen, wenngleich nicht bei allen höhern Wirbelthieren, so doch namentlich in der ganzen Klasse der Reptilien höchst wahrscheinlich sämmtliche grössere Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge von dem linken morphologischen Elemente der Aorta abstammen, so wird denn auch mit vieler Wahrscheinlichkeit aus einer solchen Abstammung derselben bei den Reptilien die Erscheinung zu erklären sein, dass bei denjenigen von diesen Thieren, bei welchen eine oder einige grössere Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge aus der einen Aortenwurzel entspringen, es jedenfalls die linke ist, von der dieselben ausgesendet werden.

§. 16.

Den merkwürdigsten Verhältnissen in der Anordnung des arteriellen Systems der Wirbelthiere sind die Versetzungen und Kreuzungen beizuzählen, welche bei vielen oder vielleicht den meisten Ringelechsen und Schuppenechsen die grössern Arterien ihrer Verdauungswerkzeuge bemerken lassen. Derartige sonderbare Verhältnisse sind bis jetzt bei keinen andern Wirbelthieren weiter, als nur noch bei einigen Haifischen gefunden worden. Selbst bei den engmäuligen Schlangen, die doch unter allen Wirbelthieren den Ringel- und Schuppenechsen am nächsten stehen, gehen sämmtliche Arterien der Verdauungswerkzeuge von der Aorta der Regel gemäss in derselben Reihenfolge ab, in welcher sie sich an und in diesen Werkzeugen verbreiten: wenigstens habe ich sie bei Ilysia scytale, Cylindrophis rufus, Uropeltis ceylanicus und Typhlops reticulatus, wie bei mehreren weitmäuligen Schlangen, die ich darauf untersuchte, in einer der Regel entsprechenden Reihenfolge entspringen sehen. Sehr wünschenswerth dürfte es daher sein, dass besonders an noch jungen Embryonen solcher Ringelechsen oder Schuppenechsen, deren arterielles System die oben (§. 2, 8 und 10) näher angegebenen Abweichungen von der Regel bemerken lässt, zu ermitteln versucht würde, wodurch bei ihnen diese Abweichungen bedingt werden, namentlich aber, ob sie bei denselben etwa mit ganz eigenthümlichen Verhältnissen in der Entwickelung des Darmkanals in einem ursächlichen Zusammenhange stehen. Für jetzt sind dieselben noch ganz räthselhafte Erscheinungen, zu deren Verständniss und Erklärung sich wohl schwerlich in den Beobachtungen, die bis dahin über den Körperbau der Ringel- und Schuppenechsen gemacht worden sind, irgend welche Anhaltspunkte finden lassen dürften.

Was die vorhin erwähnte Versetzung und Kreuzung von Arterien der Haifische anbelangt, so möge schliesslich hier noch Folgendes darüber angeführt sein. Eine solche fand ich bei schon über die Mitte des Fruchtlebens hinausgelangten Embryonen, bei jungen und bei halberwachsenen Exemplaren von Spinax niger und

Spinax acanthias, ferner bei einem fast reifen Embryo aus der Gattung Mustelus, desgleichen bei erwachsenen Exemplaren von Spinax Blainvillii und Scyllium annulatum, wesshalb ich denn vermuthe, dass sie bei den meisten oder gar bei allen Arten der Haifische vorkommt. Gebildet wird diese Kreuzung von zwei ziemlich langen und beinahe gleich dicken Arterien, von denen die eine nur sehr wenig oder doch nur mässig weit hinter der andern aus dem Aortenstamme entspringt, die beide aber von demselben entweder nur ziemlich weit (Mustelus und Scyllium) oder hingegen beträchtlich weit (Spinax) hinter der bedeutend dicken Art. coeliaco-mesenterica ausgesendet werden. Die eine von ihnen, die als eine Art. lienalis bezeichnet werden kann und hinter der andern entspringt, begibt sich zu der Milz, die an der hintern Seite der von dem Magen gebildeten Schlinge liegt, und sendet, wo sie in die Milz übergeht, einen Seitenzweig an den Magen ab: die andere aber, die eine Art. mesenterica posterior darstellt und länger, als jene ist, begibt sich zu dem mittlern Drittel des Dickdarms und verbreitet sich an dieser Abtheilung des Darmkanals nach hinten und nach vorn hin. Beide verlaufen in dem Gekröse, das auch für den Magen als ein Haltungsband dient und von der hintern Hälfte desselben auf die rechts von ihr liegende vordere Hälfte des Dickdarms übergeht. Wenn nun diese Arterien aus der Aorta weit nach hinten entspringen, so verläuft die A. mesenterica posterior ein wenig oder doch nur mässig schräg nach unten und hinten, dagegen die hinter ihr entspringende A. lienalis, je nachdem der Magen leer oder angefüllt ist, mehr oder weniger schräg nach unten und vorn, wobei sie mit der andern sich kreuzt. Wenn aber diese Arterien aus der Aorta nicht besonders weit nach hinten entspringen, so verlaufen zwar beide schräg nach unten und hinten, doch die A. lienalis weniger, als die vor ihr entspringende A. mesenterica posterior, die dann eine sehr schräge Richtung hat, und kreuzen sich also auch in diesem Falle mit einander. In dem einen wie in dem andern Falle gehen sie übrigens an einander so vorbei, dass sich an der Stelle, an welcher sie sich im Gekröse mehr oder weniger nahe ihrem Ursprunge kreuzen, die A. lienalis rechts von der A. mesenterica posterior befindet. — Wodurch bei den Haifischen die beschriebene Versetzung und Kreuzung zweier Arterien der Verdauungswerkzeuge bedingt wird, ist mir ebenso räthselhaft geblieben, als aus welcher Ursache und auf welche Weise die ihr ähnliche, welche bei vielen Ringelechsen und Schuppenechsen zwei Arterien dieser Organe bemerken lassen, ihre Entstehung erhält und zu Stande kommt.



Maassbestimmung der Polarisation

durch das

physiologische Rheoscop

von

Prof. Dr. Emil Harless.

Maassbestimmung der Polarisation durch das physiologische Rheoscop

von

Prof. Dr. E. Harless*).

Dazu Tab. 7.

Alle Maassbestimmungen der Nervenreizbarkeit besitzen vorläufig noch einen bloss relativen Werth. Die absoluten Werthe zu ermitteln, muss einer Zeit vorbehalten bleiben, in welcher das Wesen der Nerventhätigkeit vollkommen aufgedeckt ist. Man hat sich zunächst an die motorischen Nerven gehalten, weil man in den zugehörigen Muskeln einen der objectiven Beobachtung zugänglichen Index für die Erregbarkeit jener vor sich hat. Es ist unleugbar, dass bis zu einer gewissen Grenze hin die Leistung eines Muskels wächst mit der Intensität des Reizes, welchen man auf den Nerv wirken lässt: und dass also umgekehrt auch innerhalb derselben Grenzen der gleiche Reiz eine mit der Erregbarkeit der Nerven wachsende Leistung des Muskels herbeiführen muss. Die Grenze liegt da, wo das Maximum der Muskelthätigkeit in Beziehung auf seine Verkürzung oder Bewältigung eines zu hebenden Gewichtes gegeben ist. Bei gewissen Methoden der Zerstörung der Nerven entstehen die heftigsten Zuckungen. Wenn man solche Reize in geringeren Graden und allmählich gesteigert anwendet, so sieht man bis zu der Grenze hin, an welcher das Nervenstück wirklich vollkommen

---

*) Der Akademie vorgelegt im November 1858.

zerstört ist, immer Zuckungen auftreten, welche lange, ehe man dem Maximum des Reizes nahe gekommen ist, schon ihr äusserstes Maass erreicht haben. Wenn also die Erregung eines Nerv an den Grad des Eingriffes gebunden ist, was man doch voraussetzen muss, so lange überhaupt noch eine Erregbarkeit in ihm stattfindet, so ist unzweifelhaft, dass jenseits der Erregungsstufe, auf welcher durch den Reiz das Maximum der Zuckung erzielt wurde, noch Grade der Erregung liegen müssen, welche sich an dem Muskel nicht mehr weiter zu erkennen geben. Unterhalb dieser Grenze finden wir eine gewisse Relation zwischen der Nervenerregung, deren Aenderung wir bei Aenderung des Reizes voraussetzen und der Intensität der Muskelzuckung; aber welcher Natur diese Relation sei, bleibt unbekannt; am unwahrscheinlichsten ist eine strenge Proportionalität zwischen beiden.

Diese Ueberlegungen mussten dahin führen bei dem Aufsuchen der relativen Unterschiede in der Erregbarkeit sich so weit als möglich von dem Zuckungsmaximum entfernt zu halten, also Reize in Anwendung zu bringen, welche den Nerv nur sehr wenig erregen.

Es sind bis jetzt zwei Methoden zu dem fraglichen Zweck gewählt worden, und beide benützen als Erregungsmittel galvanische Ströme in dieser oder jener Form. Die eine Methode variirt die Grösse des Reizes und sucht immer nur den geringsten Grad der Muskelverkürzung zu erzielen; dabei ist der Maassstab das jeweilige Quantum des Reizes, also die Stromdichte, welches zur Erzielung des gleichen Effektes von minimaler Grösse nothwendig ist. Die zweite Methode erhält die Grösse des Reizes aufrecht und untersucht den jeweiligen Effekt auf die Muskeln. Sie benützt also die Verkürzungswerthe dieser als Maassstab. In beiden Methoden wird der andere physiologisch so wichtige Factor, nämlich die Geschwindigkeit des Stromwechsels stets constant erhalten.

Beide Methoden erfordern eine grosse Anzahl von Cautelen und Handgriffe, in Folge dessen der Eine vielleicht dieser, der Andere jener den Vorzug gibt, je nachdem er mehr nach dieser oder jener Methode gearbeitet hat. Beide können sich sehr gut unterstützen und controliren; doch soll hier nicht ihr gegenseitiger Werth, oder ihre besonderen Vorzüge abgewogen werden, sondern es handelt sich in dem Nachfolgenden nur um Fragen, welche bei beiden Methoden aufzuwerfen sind, ein ausgedehnteres Interesse aber noch für die in der grösseren Mehrzahl der Fälle von mir angewendete erste Methode haben.

Ich benütze, wie ich diess anderwärts weitläufig auseinander gesetzt habe, einen feuchten Rheostaten, d. h. eine in den Schliessungsbogen des Grove'schen Bechers eingeschaltete und messbar zu verlängernde oder zu verkürzende Flüssigkeitssäule von überall gleichem Querschnitt, wobei also die Widerstände im Schliessungsbogen mit den Längen dieser Flüssigkeitssäule wachsen. Ihre Zunahme ist proportional den Längen plus den Widerständen, welche im Nerv und in der Kette, sowie in dem metallischen Theil des Schliessungsbogens (den Drahtleitungen) gelegen sind. Da die beiden letzten Elemente des Gesammtleitungswiderstandes verschwindend klein sind gegen die im Rheostaten und im Nerv, so dürfen sie vernachlässigt werden. Auch die Widerstände im Nerv verschwinden sehr häufig gegen die im Rheostaten, wenn die zur Auslösung der schwächsten Zuckung erforderlichen Stromstärken sehr klein sind. Ein 5 Mill. langes Stück vom Schenkelnerv des Frosches kann z. B. Widerstände darbieten von 0,5—0,6 oder noch weniger eines Centimeter der Flüssigkeitssäule im Rheostaten, deren Länge behufs der Reizung 80, 100 und mehr Centimeter hoch gemacht werden muss.

Die Ablesung am Rheostaten genügt also unter Berücksichtigung des Nervenquerschnittes in der Mehrzahl der Fälle, wenn man von der Formel ausgeht: $W = \frac{l}{q}$, wobei W den Widerstand, l die Länge,

q den Querschnitt der Flüssigkeitssäule bedeutet. Diese Formel gilt aber bekanntlich nur unter der Voraussetzung, dass die Polarisation vollkommen ausgeschlossen oder verschwindend klein ist.

Die Polarisation ist ihrem absoluten Werth nach abhängig von der Natur ihres Entstehungsortes, von der Stärke des primären Stromes und innerhalb weiter Grenzen von dessen Dauer.

Von den verschiedenen Methoden die Grösse der Polarisation zu bestimmen, habe ich die einfachste, für diese Zwecke genügende gewählt, weil es nur darauf ankam, zu untersuchen, in welchen Verhältnissen der unter sonst gleichen Umständen beobachtete Werth der Polarisation sich zunächst mit der Natur der Rheostatenfüllung änderte. Zu dem Ende wurde der Strom durch den Rheostat geschickt; er circulirte durch denselben in allen Versuchen genau *eine* Minute lang; mit dem letzten Sekundenschlag der Minute legte ein Mechanismus mit stets gleich bleibender Geschwindigkeit die Wippe um, durch welche jetzt das Element ausgeschlossen und der Rheostat in den Kreis eines Galvanometers mit astatischem Nadelpaar aufgenommen wurde. Die Empfindlichkeit dieses Instrumentes war für die Ordnung der Nervenströme noch gross genug. Der Rheostat war mit den nachstehenden Mischungen einer concentrirten chemisch reinen Kupfervitriollösung und destillirtem Wasser gefüllt. Der Ausschlag der Nadel wurde mit dem Fernrohr aus beträchtlichem Abstand vom Instrument beobachtet. Die elektromotorische Kraft der Kette war in allen Versuchen gleich.

I. Füllung des Rheostat 1 auf 3000 Wasser.		II. Füllung des Rheostat 1 auf 1000 Wasser.	
Rheostat	Ausschlag am Galvanometer	Rheostat	Ausschlag am Galvanometer
20	0	40	2,5°
15	0	9,8	6,5°
5	0,5°		

III. Füllung des Rheostat 1 auf 250 Wasser.		IV. Füllung des Rheostat 1 auf 7 Wasser.	
Rheostat	Ausschlag am Galvanometer	Rheostat	Ausschlag am Galvanometer
70	3,5°	153	8,5°
40	5°	40	14,5°
20,3	8°	15	27°
5	10,5°		

Die Zahlen in der Rubrik „Rheostat" bedeuten Centimeter Höhe der Flüssigkeitssäule des Rheostat, welche im übrigen metallischen Schliessungsbogen eingeschaltet war.

Man sieht daraus, dass mit der Verdünnung der Kupfervitriollösung, also mit Steigerung der Widerstände die Höhe der Flüssigkeitssäule immer niedriger werden muss, um nach derselben Dauer des primären Stromes denselben Ausschlag durch den Polarisationsstrom erzielen zu lassen. Vergleicht man in den drei letzten Fällen die Wirkungen des Polarisationsstromes auf die Nadel, wenn die Flüssigkeitssäule je immer 40 Centimeter Höhe hatte, so ergeben sich für die gleiche Dauer des primären Stromes die Verhältnisse von

1 : 2 : 6, während die Stromintensitäten sich verhalten wie 70 : 14 : 1.

Obwohl also an sich die Wirkungen des Polarisationsstromes bei sehr schwachen primären Strömen sehr klein sind, so sind ihre Gegenwirkungen bei den letzteren doch ungleich grösser, als bei den stärkeren primären Strömen. Diese müssen um das 70fache in unserem Fall abnehmen, wenn man die Gegenwirkung des Polarisationsstromes nur auf das Sechsfache reduciren will. Die Schwäche der Ströme,

welche man meistens bei unseren physiologischen Reizversuchen und besonders bei der von mir eingehaltenen Methode in Anwendung zu bringen hat, schützt uns also bei absoluten Messungen nicht vor Irrungen, welche aus der Vernachlässigung der Grösse gleichzeitig auftretender Polarisationsströme entspringen.

Die Methode, welche ich gewählt habe, mir eine Vorstellung von dieser Grösse bei der individuellen Beschaffenheit meiner Instrumente zu verschaffen, leistet natürlich nicht so viel, dass man ihren absoluten Werth in jedem Moment der Schliessungsdauer des primären Stromes finden könnte. Obwohl es uns gerade nicht an Mitteln fehlt, diess möglich zu machen, so sind doch die dafür berechneten Methoden ziemlich umständlich und bei grösseren Reihen von Reizversuchen nicht wohl anwendbar. Um zu entscheiden, ob diese eben berührten Verhältnisse bei dem ganzen Verfahren in der Bestimmung der *relativen* Maasse der Reizbarkeit, welches ich aufgestellt habe, störend eingreifen und namhafte Fehler verursachen, habe ich einen anderen Weg eingeschlagen. Die Anforderungen an die Genauigkoit unserer Experimente finden ihre Grenze an der Schärfe der Messinstrumente, welche uns zu Gebot stehen, um die Differenzen der fraglichen Kräfte zu bestimmen. Das eine der in Anwendung gebrachten Instrumente war ein grosses Galvanometer mit astatischem Nadelpaar, das andere war das Froschpräparat selbst, an welchem wir ja von der bekannten Grösse des Reizes aus auf die Erregbarkeit des Nerv ebenso gut zurückschliessen können, wie umgekehrt aus der bekannten Erregbarkeit auf die Grösse des Reizes. Sichere Ablesung gestattete an meinem Multiplicator noch die Differenz von $\frac{1}{2}$ Grad Ausschlag der Nadel. War der Draht meines mit Wasser gefüllten Rheostaten ganz in die Höhe gezogen, so entsprach der dadurch in die Kette eingeführte Widerstand 1184 Millionen Meter normalen Kupferdrahtes von 1 □ Millimeter Querschnitt. Bei einer elektromotorischen Kraft von 829 wäre also das chemische Maass der dabei

erzeugten Stromstärke $= \frac{829}{1184000000}$. Bei diesem äusserst schwachen Strom gewann die Nadel eine bleibende Ablenkung von 3°.

Ich stellte die Frage, ob bei einer solchen Feinheit des Instrumentes die thatsächliche Incongruenz von Stärke des primären und des Polarisationsstromes noch in erheblichem Grade zu Tag träte, oder trotzdem noch verschwindend klein erscheine. Es ist klar: wüchse die Intensität der Polarisation proportional der der primären Ströme, so würde auch proportional der letzteren die Nadel im Sinne des auf ihr lastenden Druckes vorrücken. Das Vorrücken der Nadel geschieht aber bei stetig wachsender Stromstärke nicht nach einem allgemein gültigen Gesetz der gradweisen Ablenkung, sondern je nach dem Maass der Astasie der Nadeln nach einem für einen bestimmten Zustand des individuellen Instrumentes gültigen und verwickelten. Es kann für die Dauer eines bestimmten Zustandes nur empirisch auf dem Weg der Graduirung gefunden werden, büsst aber seine Geltung mit dem Wechsel des Zustandes ein. Dieser Wechsel ist im Verlauf der Zeit unvermeidlich, innerhalb eines sehr kleinen Zeitintervalles aber äusserst gering, wenn ihn nicht Unvorsichtigkeit durch eine Unbill, welche die Nadel trifft, und leicht zu vermeiden und zu erkennen ist, inzwischen geändert hat. Abgesehen davon wird man innerhalb der Grenzen der Empfindlichkeit des Instrumentes bei zwei rasch hinter einander angestellten Versuchen aus der gleich grossen Ablenkung auf die Gleichheit der Kraft zurückschliessen können, welche die Deviation bewerkstelligt hat. Damit ist man der mühseligen Graduirung überhoben.

Die Stromstärke ist eine Function der elektromotorischen Kraft und der Widerstände, und wird bekanntlich als $S = \frac{E}{W}$ betrachtet, wobei E elektromotorische Kraft, W die Summe der Widerstände bezeichnet.

Ist keine Polarisation im Spiel, so bleibt der Werth von S unverändert, wenn der Quotient aus E und W gleich bleibt, wie gross auch immer E oder W für sich sein mag. Wenn also statt E 3 E genommen wird, müssen wir auch 3 W einschalten, um das gleiche S zu erhalten. In beiden Fällen wird die Galvanometernadel auf denselben Grad der Ablenkung getrieben. Wenn nun aber die Polarisation nicht mehr ausgeschlossen ist, so werden wir statt 3 W einen anderen Widerstand einzuschalten haben, dessen Grösse offenbar von der Stärke und Dauer des Polarisationsstromes abhängig ist.

In unseren Versuchen haben wir es immer mit sehr grossen Widerständen in einem Theil des Schliessungsbogens zu thun, sei es auch, dass nur der Nerv ohne weitere Flüssigkeiten in den Kreis eingeschlossen ist; denn schon 4 — 5 Millimeter des Schenkelnerven vom Frosch können 5 — 6 Millionen Meter Kupferdraht gleich sein, so dass also immer diese Widerstände, oder diese plus denen im Rheostat allein in Betracht kommen, die in der übrigen Drahtleitung und in der Kette dagegen ganz verschwinden.

Bleibt zweitens in unseren Versuchen bei dem Wechsel der elektromotorischen Kraft der primären Kette die Natur der differenten Theile des Schliessungsbogens, in welchen sich die Polarisation entwickelt und die Dauer des Stromes gleich, so bleibt sich auch die elektromotorische Kraft eben dieses Stromes gleich. Aendert sich drittens an der Stärke und Dauer des primären Stromes nichts, wenn wir mit E zugleich W entsprechend ändern oder umgekehrt, so bleibt auch die Stärke des Polarisationsstromes gleich, weil diese ja von jener abhängt.

Wird nun ein primärer Strom durch das Drahtgewinde des Galvanometers geschickt, und ist dabei ein Polarisationsstrom mit im Spiel, so ist die Wirkung beider auf die Nadel nichts anderes, als die der

Differenz beider, des primären und des Polarisationsstromes. Nennt man die davon abhängige Ablenkung α, so ist

$$\alpha = \frac{E}{W} - \frac{\varepsilon}{W} \quad 1)$$

wobei ε die elektromotorische Kraft des Polarisationsstromes bedeutet, W den allein in Betracht kommenden Widerstand in der Flüssigkeitssäule des Rheostat oder Nerv. Von dem letzteren sei vorläufig abstrahirt; wir denken uns den Strom nur durch jene gesandt. Aendert man jetzt E, und ändert W so, dass man wieder die ursprüngliche Ablenkung α erzielt, so wird

$$\alpha = \frac{nE}{xW} - \frac{\varepsilon}{xW} \quad 2)$$

Es ist also jetzt $\frac{E}{W} - \frac{\varepsilon}{W} = \frac{nE}{xW} - \frac{\varepsilon}{xW}$ 3), welche Gleichung für x schliesslich zu dem Ausdruck führt:

$$x = n + \frac{(n - 1)\,\varepsilon}{E - \varepsilon}.$$

Man hat also die Widerstände nicht proportional der elektromotorischen Kraft zu verändern, sondern um etwas mehr, als wenn keine Polarisation im Kreis des primären Stromes entstanden wäre. Man kann den Polarisationsstrom in seiner *Endwirkung* auf die Nadel während der gleichzeitigen Dauer des primären Stromes auch unter dem Gesichtspunkt auffassen, als wenn er einen Zuwachs der Widerstände im primären Kreis darstellte.

Setzt man dann unter dieser Annahme den Einfluss des Polarisationsstromes auf die resultirende Nadelablenkung als P zu den Widerständen des primären Stromes, so erhält man für die gleiche Ablenkung α im einen Fall

$$\alpha = \frac{E}{W + P}; \text{ im anderen}$$

$$\alpha = \frac{nE}{xW + P}.$$

Aus $\frac{E}{W + P} = \frac{nE}{xW + P}$ wird dann schliesslich:

$$x = \frac{1}{W} (nW + (n - 1) P \text{ oder}$$

$$= n + \frac{(n - 1) P}{W}.$$

Also auch nach dieser Auffassung, welche freilich an sich von einer hypothetischen Annahme ausging, kommt man zu einem ganz entsprechenden Ausdruck wie im ersten Fall, welcher die nicht zu bestreitende Annahme einer Differenzwirkung beider Ströme zu Grunde lag. Wir werden uns desshalb dieser Formeln später wieder bedienen können.

Ich habe zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Zuständen der Drahtenden in meinem Rheostaten Versuche angestellt, deren Ergebnisse jetzt mit der Aussage der eben entwickelten Formeln verglichen werden sollen.

Die Methode des Experimentirens war folgende. Eine Anzahl von Grove'schen Bechern, deren Zinkfläche vollkommen amalgamirt, deren Platin vollkommen rein, deren Diaphragma in allen ganz gleich und von bester Qualität war, wurde mit den stärksten Säuren gefüllt. Die Becher konnten säulenartig geordnet, je einzeln oder in grösserer Anzahl durch eine Wippe in den Kreis eingeführt werden, in welchem sich der grosse Multiplicator und der Rheostat befand. Die enge Glasröhre des Rheostaten hatte sich bei der sorgfältigsten Kalibrirung als vollkommen gleich weit in allen Höhen ihrer Querschnitte gezeigt. Die Widerstände der Flüssigkeitssäule in ihr mussten also proportional mit ihrer Länge wachsen. Die Anzahl der Becher war durch die Empfindlichkeit des Galvanometer auf drei beschränkt. Zuerst wurde der Strom der drei Ele-

mente bei sehr hoch aufgezogenem Rheostatendraht durch die Leitung geschickt und eine bleibende Ablenkung am Galvanometer erzielt. In der Regel dauerte es 5—6 Minuten, bis die Nadel zu Ruhe kam. Ihr Stand wurde dann notirt. Ebenso der des Rheostaten. Sofort wurde ein Element ausgeschaltet und der Rheostat so lange regulirt, bis die vorige Ablenkung wieder erzielt worden war. Nachdem die Nadel vollkommen in Ruhe war, zog man den Rheostatendraht so langsam als nur immer möglich und mit Vermeidung jeder Erschütterung empor, bis der Beobachter am Fernrohr eine eben bemerkbare Verrückung der Nadel wahrnahm. Der zugehörige Rheostatenstand ward notirt und dann der Nadel Zeit gegönnt bei dem ersten Rheostatenstand wieder auf dem ursprünglichen Grad ihrer Ablenkung zu Ruhe zu kommen. Der Rheostatendraht wurde hierauf ebenso langsam nach abwärts bewegt, so lange bis eben wieder eine kleine Verschiebung der Nadel beobachtet werden konnte. Nachdem der hiezu gehörige Rheostatenstand notirt war, wurde auch das zweite Element ausgeschaltet und das ganze Verfahren wiederholt, schliesslich schaltete man wieder die drei Elemente ein und verfuhr wie eben beschrieben worden. Die notirten Ablesungen am Rheostaten wurden zusammengestellt und die Mittel daraus gezogen, wie ich beispielsweise für die Füllung des Rheostaten mit einer Mischung aus 1 Volumtheil chemisch reiner concentrirter Kupfervitriollösung mit 250 Theilen Wasser hier aufzeichnen will.

I. Rheostatenstände bei der eben bemerkbaren Fortbewegung der Nadel nach Westen:

bei 3 Elementen 151 Centim.
bei 2 „ 104 „
bei 1 „ 51 „

II. Rheostatenstände bei der eben bemerkbaren Fortbewegung der Nadel nach Osten:

bei 3 Elementen 149,6 Cent.

bei 2 Elementen 99,8 Cent.
bei 1 „ 49,8 „

III. Rheostatenstände für die Mitte beider Verschiebungen bei 45° Ablenkung der Nadel:

bei 3 Elementen 150,3 Cent.
bei 2 „ 101,9 „
bei 1 „ 50,5 „

Daraus ergeben sich folgende Verhältnisse:
aus I = 1 : 2,027 : 2,943
aus II = 1 : 2,004 : 3,004
aus III = 1 : 2,03 : 2,973

Und als Mittel aus den Mitteln von I und II = 1 : 2,015 : 2,99
von I, II und III = 1 : 2,02 : 2,973

Bei einem zweiten zu einer anderen Zeit angestellten Versuch mit einer gleichen Mischung erhielt man für den 47^0ten Grad der Ablenkung

bei 3 Elementen 148,4 Centim.
bei 2 „ 98,8 „
bei 1 „ 49,5 „

In einem dritten Versuch war die Füllung des Rheostaten eine Mischung von 1 Volumtheil concentrirter Kupfervitriollösung und 25 Theile Wasser. Für 83° Ablenkung der Nadel waren die Rheostatenstände

bei 3 Elementen 141,8 Centim.
bei 2 „ 94,5 „
bei 1 „ 47,2 „

Bei Füllung des Rheostaten mit einer Mischung von 1 Th. concentrirter Kupfervitriollösung mit 7 Th. Wasser ergaben sich die Rheostatenstände für 84° Ablenkung

bei 3 Elementen 154 Centim.
bei 2 „ 102,6 „
bei 1 „ 51,3 „

Wurde der Rheostat mit einer Mischung gefüllt, welche aus 1 Th. concentrirter Kupfervitriollösung und 500 Th. Wasser bestand, so wurde eine Ablenkung 24°

bei 3 Elementen durch 158 Cent.
bei 1 Element „ 52 „ erzielt.

Bei Füllung mit destillirtem Wasser allein gab die Ablenkung von 8,4°

bei 3 Elementen ein Rheostatenstand von 59 Cent.
bei 2 „ „ „ „ 35,3 „
bei 1 „ „ „ „ 17,5 „

Aus dieser möglichst sorgfältig angestellten Versuchsreihe ergibt sich, dass die Abweichungen von dem Verhältniss 1 : 2 : 3 in den Flüssigkeitshöhen der Rheostatensäule bei der Veränderung der elektromotorischen Kraft in dem gleichen Verhältniss überhaupt sehr wenig abweicht. In den Versuchen mit etwas mehr concentrirten Lösungen stehen die kleinen Abweichungen ebenso oft über, als unter demselben, und erweisen sich desshalb als Grössen, welche noch innerhalb der unvermeidlichen Fehlergrenzen liegen. Erst bei den sehr verdünnten Lösungen und dem Wasser werden die Abweichungen grösser, und liegen auf der von der Formel verlangten positiven Seite.

Bei schlechtem Zustand der gefirnissten Rheostatendrähte, oder wenn ihre Endflächen platinirt sind, kommen freilich viel grössere Abweichungen, aber ebenfalls im Sinne der Formel zum Vorschein. So erhielt ich in einem solchen Fall z. B. bei einer Füllung des Rheostaten mit 1 Th. Kupfervitriollösung auf 3000 Th. Wasser für 15° Ablenkung

bei 3 Elementen 140 Cent.
bei 2 „ 85,7 „
bei 1 „ 39,1 „

also ein Verhältniss von 1 : 2,19 : 3,5.

Bei gehöriger Sorgfalt lässt sich somit, wie man sieht, die Grösse der Polarisation im Rheostaten wenigstens bis zu der Grenze klein erhalten, bei welcher selbst der so äusserst empfindliche Multiplicator mit seiner astatischen Nadel selbst in den empfindlicheren Breiten seiner Theilung keinen erheblichen Nachweis mehr liefern kann. Erst bei den schwächsten Strömen gewinnt sie eine relative Oberhand, so dass sie sich nach der eben dargelegten Methode erkennen lässt.

An Empfindlichkeit ist aber der Nerv selbst dem Galvanometer weit überlegen, besonders wenn man es mit so kurz dauernden Strömen zu thun hat, wie bei der elektrischen Reizung. Wir können unser Verfahren dazu anwenden, um zu entscheiden, ob es bei den Versuchen mit polarisirbaren Elektroden, welche wir dem Nerv anlegen, zu einer die Messung entstellenden Polarisation kommt. Die Polarisation wächst mit der Stärke des primären Stromes, aber auch mit seiner Dauer, und es liesse sich denken, dass sie auch bei sehr flüchtigen und schwachen primären Strömen eine relativ beträchtliche Grösse gewinnen könne. Ich wende mich also jetzt zu den Versuchen, in welchen das galvanische Froschpräparat gerade so, wie es zur Prüfung seiner Reizbarkeit verwendet wurde, auch zur Prüfung der dabei auftretenden Polarisation im Stromkreis benützt worden ist.

Die Methode ist folgende:

An einem Stativ von Messing ist eine viereckige Platte von gleichem Metall verschieb- und feststellbar angebracht. Die Platte hat einen Längsspalt von 8 Centimeter Länge und 1 Cent. Breite, in welchem

eine starke Leiste aus Buchsbaumholz befestigt ist. Die Leiste lässt an ihrem vorderen Ende 1 Centimeter des Längsspaltes frei, besitzt sechs Bohrlöcher, in welche sechs Glasröhrchen eingekittet sind. In den Glasröhrchen selbst stecken sechs starke Kupferdrähte unverschiebbar, und diese sind oben mit breiten, abgerundeten, nicht scharfkantigen Platten aus Zinnblech versehen, deren obere Ränder parallel der Messingplatte verlaufen; die letzte Platte trägt an ihrer hinteren Fläche eine aufgekittete Glasbrücke. An der Stativstange befindet sich über der Platte ein horizontaler feststellbarer Arm. An seinem vorderen Ende kann eine Klemme befestigt werden, welche in einen Halter endigt, um den Muskel aufzuhängen. Der Halter hat die Gestalt eines Tasterzirkels im verkleinerten Maassstab, dessen beide Branchen mittelst zwei Stellschrauben gegen einander gepresst werden, die auf einer quer durch sie unter dem Charnier hindurchgehenden langen Schraube laufen.

Nachdem der Nerv in seiner ganzen Ausdehnung bis zum Austritt seiner Stämme aus den Intervertebrallöchern präparirt und blossgelegt, ein kleiner Hacken in der Knorpelmasse der Achillessehne befestigt, der Gastrocnemius frei gemacht und seine Sehne abgeschnitten ist, werden die Knochen des Ober- und Unterschenkels hart zu beiden Seiten des Kniegelenkes abgeschnitten und in die Röhren ihres Stumpfes die Spitzen des Halters eingefügt, so dass die Vorderfläche des Gelenkes nach aufwärts gegen das Charnier sieht. Wenn die Schräubchen angezogen sind, wird der Muskel mit seinem Halter in solcher Höhe über der Messingplatte befestigt, dass der über die Zinnschaufeln herübergebrückte Nerv einen rechten Winkel mit dem senkrecht herabhängenden Muskel bildet. Der Hacken in der Achillessehne ragt nach abwärts aus der noch freigelassenen Lücke des Längsspaltes hervor, und steht hier mit einem dergestalt übersetzten und in allen seinen Theilen vollkommen balancirten Fühlhebel in Verbindung, dass die Bewegung des daran angebrachten Zeigers den Ausschlag einer Zuckung in hundertmaliger Vergrösserung erkennen lässt.

Der Zweck dieser Einrichtung ist, dass man die leiseste mit dem Auge kaum mehr sichtbare Bewegung leicht erkennt, und darnach den Rheostatenstand regulirt, wenn man durch das eine oder andere Paar von Kupferdrähten den regelmässig vom Uhrwerk unterbrochenen Strom der Kette hindurchschickt. An dem Hacken in der Achillessehne hängt ein kleines Gewichtchen von 5 Grm., und nach jeder Zuckung lässt sich durch eine Schraube im Gestell des Fühlhebels dessen Zeiger wieder mit grosser Schnelligkeit auf Null zurückführen. Der Strom wurde nun bei jedem Reizversuch mit all den Cautelen, welche dabei nothwendig sind, so lange verstärkt, bis eine Zuckung von $\frac{1}{100}$ Millimeter erzielt wurde. Da die Versuche lange dauerten, musste ein mit nassen Papierstreifen im Inneren belegter Glassturz über dem Präparat auf der Messingplatte jeden Wasserverlust des Nerv und Präparates auf's sorgfältigste abwehren.

Man stösst häufig auf Präparate, bei welchen man Zuckungen von solcher Feinheit gar nicht erzielen kann. Sie zucken auch bei den schwächsten Strömen, welche sie überhaupt beantworten, sogleich sehr heftig. Diese sind nicht zu den Versuchen zu brauchen. Man kann nur solche benützen, welche die schwachen Reize ganz präcis und mit sehr kleinen Zuckungen beantworten. Denn das, worauf es hier vor Allem ankommt, ist, dass man durch den Reiz an Nerv und Muskel so wenig als möglich ändere. Treten aber nun starke Zuckungen auf, so weiss man nicht, ob man nicht an der Erregbarkeit des Nerv durch den schon stärkeren Strom etwas modificirt hat, oder ob die Energie der Muskelkräfte dabei sich nicht geändert hat. Dieses muss wenigstens vermieden werden, wenn man auch an den mit dem fortschreitenden Absterben des Nerv unvermeidlichen Aenderungen nichts aufhalten kann. Man sieht, ich habe auf solche Weise meine Methode zu messen mit der von Pflüger verbunden, indem ich eine bestimmte Grösse der Zuckung und die möglichste Abschwächung des Stromes, also dessen Grösse zugleich als Maass benützte.

Drei oder auch 6 ganz gleichartige Elemente, Grove'sche Becher von bester Qualität, wurden zu den Versuchen benützt, und der Strom eines einzelnen oder mehrerer der säulenartig geordneten Becher bei Regulirung des Rheostaten durch ein constantes Stück des Nerven geschickt, welches je 10 oder 15 Millim. Länge hatte, und dessen Anfang 5 Millimeter vor der Einsenkung in den Muskel entfernt war. Durch einen Gyrotrop konnte sehr rasch der Strom von einem oder von mehr Bechern durch den Nerv geschickt werden. Dabei wurde so verfahren, dass man z. B. zuerst ein Element in den Kreis aufnahm, dann zwei, dann eines, dann drei, dann eines u. s. f., oder zuerst eines, dann zwei, drei und wieder eines; oder eines, dann sechs, dann eines, dann zwei, dann eines u. s. w., kurz also nach einem solchen Prinzip, dass man eine richtige Vertheilung der Versuche für die Benützung der Mittelzahlen der Rheostatenstände von vorn herein schon in den Plan aufnahm, um dadurch die Folgen der unvermeidlichen Abänderung der Erregbarkeit im absterbenden Nerv möglichst zu eliminiren. Diesen einen Theil der Beobachtungen will ich zuerst mittheilen und dann der übrigen zur Berechnung noch nothwendigen weiter unten gedenken. Die Aufzeichnungen sind so geordnet, wie sie der Zeit nach während des Versuches wirklich gewonnen wurden.

I. Nerv.

I. Gruppe.		II. Gruppe.		III. Gruppe.		IV. Gruppe.	
Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.
1	44	1	62	2	106	1	51
2	97	2	138	1	46	2	110
3	142	1	61	3	144	1	47
1	43	2	137	1	39		
				2	92		
				1	40,5		

V. Gruppe.		VI. Gruppe.		VII. Gruppe.	
Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.
1	38	1	38	1	36
2	91,5	2	95	2	78
3	126	3	121	1	32
1	38				

II. Nerv.

I. Gruppe.		II. Gruppe.		III. Gruppe.	
Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.	Elem.	Rheostatenstd.
1	50	1	45,7	1	34,7
2	98	2	87	2	56
3	137	3	115		

III. Nerv.

Elemente	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1
Rheostatenstände	12	20	12	38,5	12	45	13	79	12	87	13

Elemente	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1
Rheostatenstände	13	21,3	14	39,5	13,5	56	13	73	13,4	78	12

Elemente	1	2	3	1	4	5	1	6	1
Rheostatenstände	12,5	22	38	11,5	51	76,5	10	83	10

IV. Nerv.

Elemente	1	6	3	1	2	4	5	6	1	6
Rheostatenstände	11	88	44	14	30	73	79	120	15	100

Elemente	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6
Rheostatenstände	81	61	48	34	15	29	47,5	60	73	106

Elemente	1	6	1	5	4	1	3	1	2	1
Rheostatenstände	12	99	12	72	54,5	13	43	15	27,5	11,5

Elemente	6	5	4	3	2	1	6	4	3	2	1
Rheostatenstände	111,5	67	49	38	23,5	10,5	93	59	35	23	11

V. Nerv.

Elemente	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1
Rheostatenstände	15,8	23	15	46,5	15,5	50,5	15,2	57	14	72	12

Elemente	1	2	1	3	1	4	5	1	6	1
Rheostatenstände	11	17	9,5	24	8	29,5	43	7	44,5	6

Um diese Beobachtungen für die Rechnung benützen zu können, muss man den Leitungswiderstand des zwischen den Elektroden liegenden Nervenstückes, in Centimetern der angewendeten Rheostatenfüllung ausgedrückt, kennen. Denn das, was zunächst gesucht werden soll, ist das Verhältniss der elektromotorischen Kraft zu den Widerständen im Gesammtschliessungsbogen, zu welchem ja das Nervenstück mitgehört. Die Multipla der elektromotorischen Kraft dürfen der Anzahl der Becher genau gleichgesetzt werden, wie auch der controlirende Versuch an der Tangentenboussole ergeben hat. Die Rheostatenablesungen sind also bei n elektromotorischer Kraft nach der Formel

$$Rh' = (n [Rh + N]) - N$$

zu ändern, wenn Rh nach Centimetern den Rheostatenstand bei Anwendung eines Bechers, und N den Leitungswiderstand des Nerv in Centimetern der angewendeten Füllung bezeichnet. Diesen Werth von Rh' hat man dann mit dem bei Anwendung von nE direkt abgelesenen Rheostatenständen zu vergleichen.

Der Leitungswiderstand des Nerven lässt sich entweder indirekt aus den mikrometrisch gemessenen Dimensionen (Länge und Querschnitt) und aus dem für die Froschnerven bekannten mittleren spezifischen Leitungswiderstand berechnen, oder direkt mit Hilfe unpolarisirbarer Elektroden, oder durch das Ausschalten des fraglichen Nervenstückes bei einem beliebigen Rheostatenstand, wobei man dann ermittelt, durch welche Flüssigkeitssäule des Rheostaten, die man zu der vorher im Schliessungsbogen befindlichen hinzufügt, wieder dieselbe Galvanometerablen-

kung erzielt werden kann, wie sie vor dem Ausschluss des Nerv beobachtet worden, wobei dann der Einfluss der Polarisation durch weitere Beobachtungen und Rechnung eliminirt werden muss. Alle drei Methoden können hintereinander in Anwendung gebracht werden, und sich gegenseitig controliren oder zur Herstellung der genauesten Mittelzahl benützen lassen. Bei sehr verdünnten Lösungen kommt es weniger auf die grösste Genauigkeit an, weil die Widerstände im Nerv dann nur Bruchtheile eines Centimeters der Füllung ausmachen, und man selten für mehr als ½ Centimeter Flüssigkeitshöhe bei der Einstellung des Rheostaten im Reizversuch garantiren kann.

Folgendes sind die Leitungswiderstände der gereizten Nervenstücke in den fünf oben mitgetheilten Fällen, und zwar in Centimeter der angewendeten Rheostatenfüllung ausgedrückt:

I.	II.	III.	IV.	V.
7,5 Cent.	7,6 Cent.	0,5 Cent.	0,6 Cent.	0,6 Cent.

Wenn man nun aus den Mitteln der zusammengehörigen Versuchsgruppen die beobachteten und die nach der letzten Formel berechneten Rheostatenstände Rh′ nebeneinander setzt, so gewinnt man einen Vergleich der Zahlen, welche hätten gefunden werden müssen, wenn keine Polarisation im Spiele wäre, mit denen von Rh, welche sich wirklich ergeben haben. Bei dieser Zusammenstellung sind die n fachen Multipla der Widerstände (Rh + N) zu Grunde gelegt, welche sich bei Anwendung *eines* Elementes für den Reizversuch nothwendig gemacht hatten. Hiernach wird man die folgende Tabelle leicht verstehen.

I.				II.				III.			
Rh+N	E	Rh'	Rh (beobachtet)	Rh+N	E	Rh'	Rh (beobachtet)	Rh+N	E	Rh'	Rh (beobachtet)
51	2	94,5	97	55,9	2	94,2	98	13,1	2	26,2	21,6
51	3	145,5	142	53,3	3	152,3	137*	13	3	38,5	38,6
69	2	130,5	137,5	47,7	2	87,8	87	13,2	4	52,3	50,7
53	2	99,5	106	42,3	3	119,3	115	12,75	5	63,25	76,1
50	3	142,5	144					12,3	6	73,3	83,2
45,5	2	83,5	91,5								
45,5	3	129	126								
41,5	2	75,5	78								

IV. Mittel aus *allen* Versuchen.				V.			
Rh+N	E	Rh'	Rh (beobachtet)	Rh+N	E	Rh'	Rh (beobachtet)
				14,8	2	29	23
13,3	2	26,6	26,3	15,85	3	46,9	46,5
13,2	3	39,9	42,9	14,75	4	58,4	50,5
13,3	4	53,2	57,3	14	6	69,4	57
13,3	5	66,5	72,8	12,4	6	73,8	72
13,3	6	79,8	103,3	9,65	2	18,7	17
				8,15	3	23,8	24
				6,9	4	27	29,5
				6,9	5	33,9	43

Ich habe hiebei *alle* meine Beobachtungen über diesen Gegenstand mitgetheilt, keine einzige verschwiegen. Eine Selbsttäuschung während des Versuches ist nicht möglich, durch welche man sich etwa könnte verleiten lassen, den Rheostatendraht etwas zu verschieben, um einer vorausgesetzten Höhe der Säule möglichst nahe zu kommen, weil dies bei manchen Füllungen der Spielraum der Fehlergrenze erlaubt. Das ist alles dadurch abgeschnitten, dass man bei den Reizversuchen den Widerstand des Nerven noch nicht kennt, und zweitens dadurch, dass man bei meiner Aufstellung den Fühlhebel vor sich im Auge, den Rheostat aber drei Fuss hinter sich hat und seinen Draht mittelst einer über

eine Rolle laufenden und mit dem Gegengewicht versehenen Schnur lenkt, so dass man auf 20—30 Centimeter Differenz nicht errathen kann, bei welchem Punkt der Flüssigkeitshöhe die Bewegung des Fühlhebels erfolgt ist.

Endlich sind nicht etwa nachträglich aus dem Gesammtmaterial die einzelnen Zahlen zur Aufstellung der Mittelwerthe herausgewählt worden, um eine vorgefasste Meinung zu bestätigen, sondern dem ursprünglichen Plan des Versuches getreu ihrem zeitlichen Eintritt nach.

Ueberblickt man nun die aus den 31 Gruppen gezogenen Mittelzahlen, so findet sich im Ganzen überhaupt keine sehr grosse Differenz zwischen Rh und Rh′, wenn man von dem mit einem Stern bezeichneten Ausnahmsfall abstrahirt. In 7 Fällen kann man die Differenz absolut oder wegen ihrer in die Fehlergrenze fallenden Kleinheit als Null betrachten; in 15 Fällen zeigt sich eine Differenz im Sinne der Formel, welche eine Polarisation anzeigt, in 9 Fällen eine unbedeutende Differenz im entgegengesetzten Sinn. Davon treffen 4 allein auf den letzten Nerven, dessen Reizbarkeit in raschem Sinken begriffen war, und bei welchem jeder einzelne Fall für sich berechnet werden musste. Lässt man diesen ausser Spiel, so zeigt sich wohl sehr deutlich, dass die Polarisation während der Dauer eines Reizversuches nur schwach an unseren Elektroden zur Entwicklung kommt. Es lässt sich leicht zeigen, dass es in der That nur die Kürze der Stromdauer ist, welche dies bewirkt, und nicht die Natur der berührenden Flächen. Ich habe den Strom nach Beendigung der Reizversuche durch Nerv und Rheostat geschickt, und zwar jedesmal bei dem im Reizversuch gebotenen Stand des letzteren und zugleich durch den Multiplicator. Es wurde die bleibende Nadelablenkung in beiden Fällen abgewartet, was eine Stromdauer von 5—6 Minuten verlangte. Dann wurde der Rheostat bei Anwendung von n Elementen so regulirt, dass die Nadel wieder dieselbe Ab-

lenkung gewann, welche sich bei dem Strom *eines* Elementes gefunden hatte. Da zu den Versuchen fast immer Flüssigkeiten gewählt wurden, von welchen 1 Centimeter ihrer Säulenhöhe in dem Rheostaten mehrere Millionen Meter normalen Kupferdrahtes Widerstand bot, so sieht man leicht, dass der jetzt noch hinzukommende Widerstand im Drahtgewinde des Galvanometer, trotz seiner absoluten Grösse doch ganz vernachlässigt werden darf.

Ich stelle in der nächsten Tabelle die Beobachtungen so zusammen, dass man leicht übersieht, welcher Rheostatenstand (Rh′) bei der Anwendung von n Elementen (E) nothwendig wird, um dieselbe Ablenkung (α) herzustellen, die man bei einem Element und dem für die Reizung nothwendigen Rheostatenstand (Rh) beobachtet hat.

E	Rh	α	Rh′	α
1	43,5	21°		
2	97	24°	113	24°
1	49	19.5°		
2	110	22°	130	19,5°
1	45,7	13,5°		
2	87	15,5	117	13,5°
1	34,7	16°		
2	56	20,5°	83,3	16°
1	12,6	21°		
2	21,1	27,5°	33,3	21°
1	12,5	21°		
3	38,6	27	59,4	21°
1	12,7	20,5°		
4	50,7	28,5	93	20,5°
1	12,25	21°		
5	76,1	27°	123,5	21°

E	Rh	α	Rh'	α
1	11,8	21,3		
6	83,2	29	160	21,3
1	12,7	17		
2	25,7	20	32,5	17
3	42,3	20,25	55,2	17
4	56,7	21,5	82,3	17
5	72,2	22	110	17
6	102,7	20,5	142	17
1	12,82	20°		
2	20	27	31,8	20°
1	12	20,5		
3	35,25	26	50	20
1	11,4	21,1		
4	40	29,5	68,2	21,1
1	10,9	22		
5	50	30	87	22°
1	10,7	22		
6	58,25	32	115,6	22°

Ganz ausnahmslos findet man also, dass zur Erzielung des gleichen galvanometrischen Effektes unter den gegebenen Umständen viel grössere Flüssigkeitssäulen bei Vermehrung der Elemente eingeschaltet werden müssen als zur Erzielung des gleichen physiologischen Effektes. Mit Ausnahme der Stromdauer sind dabei alle übrigen Umstände gleich; es kann also der Unterschied nur von der Differenz der Stromdauer in beiden Fällen abhängen.

Addirt man zu den Werthen von Rh und Rh' die zugehörigen in Centimeter der Flüssigkeitssäule des Rheostat ausgedrückten Widerstände der Nervenstücke, so erhält man folgende Reihe:

E	Rh + N	Rh' + N
2	104,5	120,5
2	117,5	137,5
2	94,5	124,5
2	63,5	90,8
2	21,6	33,8
3	39,1	59,9
4	51,2	93,5
5	76,6	124
6	83,7	160,5
2	26,3	33,1
3	42,9	55,8
4	57,3	82,9
5	72,8	110,6
6	103,3	142,6
2	20,6	32,4
3	35,8	50,6
4	40,6	68,8
5	50,6	87,6
6	58,85	116,2

Hieraus ergeben sich die Mittelzahlen: für Rh + N = 61,11,
für Rh' + N = 85,55.

Also das Verhältniss von 1 : 1,39.

Wenn man damit die Ergebnisse der Reizversuche vergleichen will, so hat man dazu die Resultate aus den oben mitgetheilten 31 Beobachtungsgruppen zu benützen. Man muss aus ihnen ebenso die Mittel für die Werthe von Rh + N und Rh' + N suchen, weil man auf diese Weise die von temporärer Reizbarkeitsänderung abhängigen Fehler am sichersten eliminirt.

Man erhält dann für Rh + N = 69,64,
für Rh' + N = 74,67.

Diess entspricht dem Verhältniss von 1 : 1,072.

Kehren wir nun zu den oben entwickelten Grundformeln zurück. Wir hatten die eine aufgestellt, welche die unzweifelhafte Thatsache ausdrückt, dass die Ablenkung der Magnetnadel eine Differenzwirkung zweier entgegengesetzt gerichteter Ströme sei, wenn sich im Kreis des primären Stromes irgendwo eine Polarisation entwickelt. Eine weitere Voraussetzung haben wir auf Grund der grössten Wahrscheinlichkeit gemacht, nämlich die, dass sich das Verhältniss beider Ströme zu einander so auffassen lasse, als wenn sich im Kreis des primären Stromes ausser den bekannten und direkt messbaren Widerständen noch ein weiterer befände, dessen Einfluss auf die Ablenkung dem entspricht, welchen der Polarisationsstrom auf die Verminderung der Stärke des primären Stromes hat.

Es waren diess die beiden Gleichungen

$$1)\ \frac{E}{W} - \frac{\varepsilon}{W} = \frac{nE}{xW} - \frac{E}{xW} \text{ und}$$

$$2)\ \frac{E}{W + P} = \frac{nE}{xW + P} \text{ oder } \frac{E}{W + P} = \frac{E'}{W' + P}$$

Die Beobachtung gibt eine hinlängliche Anzahl von Grössen direkt, um aus diesen Grundgleichungen sowohl P, als ε, als $\frac{\varepsilon}{W}$ für den Zeitpunkt der Beobachtung zu finden. Er ist ausserordentlich klein von dem Moment an gerechnet, in welchem wir den primären Kreis schliessen, bei den Reizversuchen, gegen 6 Minuten lang, dagegen in den anderen, in welchen wir die neue Gleichgewichtslage der Nadel unter dem Einfluss *derselben* Ströme haben vollkommen herstellen lassen.

Suchen wir nun die eben bezeichneten Unbekannten aufzufinden, so ergibt sich für P aus der 2. Gleichung der Werth:

$$P = \frac{EW - E'W}{E' - E}.$$

Bei den Reizversuchen hatten wir als mittleres Multiplum der elektromotorischen Kraft *eines* Bechers

$$E' = 3,355.$$

Setzen wir $W = 1$, so haben wir $W' = 3,355 \times 1,072$

$$= 3,59656.$$

Daraus finden wir $P = \frac{0,2410}{2,355}$

$$= 0,102.$$

Der Effekt des Polarisationsstromes war hier also gleich der Vermehrung der schon vorhandenen Widerstände im primären Kreis um 0,102.

Die beiden Glieder der Grundgleichung werden also 0,9 statt 1.

Bestimmt man dieselbe Grösse für die Galvanometerversuche, in welchen der Strom so ausserordentlich viel länger dauerte, so hat man dabei mit $E' = 3,58$ und $W' = 3,58 \times 1,39 = 4,9762$ zu rechnen und erhält für P den Werth:

$$P = 0,541.$$

Die beiden Glieder der Grundgleichung sind hier also statt 1

$$= 0,648.$$

Geht man von der 1. Grundgleichung aus, so kann man die elektromotorische Kraft des Polarisationsstromes für den Moment finden, in welchem man seine Wirkung beobachtet. Man kommt durch Auflösung der Gleichung schliesslich zu dem Ausdruck:

$$\varepsilon = E \frac{x - n}{x - 1}.$$

Bei den Reizversuchen haben wir als mittleren Werth von n 3,3, von $x = 3,6$.

Daraus ergibt sich $\varepsilon = \frac{0,3}{2,6}$

$$= 0,115.$$

Bei den Galvanometerversuchen ist $n = 3{,}58$, $x = 4{,}976$.

$$\varepsilon = \frac{1{,}396}{3{,}976}$$
$$= 0{,}351.$$

Nun lässt sich weiter auch die Stärke des Polarisationsstromes im Vergleich zu dem primären finden, wenn man aus der ersten Grundgleichung $\frac{\varepsilon}{W}$ entwickelt; dann wird

$$\frac{\varepsilon}{W} = \frac{E}{W} + \frac{\varepsilon}{x} - \frac{nE}{x}.$$

Bei den Reizversuchen ergibt sich dann hiefür der Werth von

$$\frac{\varepsilon}{W} = 0{,}07;$$

bei den Galvanometerversuchen:

$$\frac{\varepsilon}{W}\ 0{,}2105.$$

Setzt man die gefundenen Werthe in beiden Fällen in die erste Grundgleichung ein, so erhält man für die Reizversuche:

$$1 - 0{,}07 = 0{,}933 - 0{,}032$$
$$0{,}9 = 0{,}9,$$

für die Galvanometerversuche:

$$1 - 0{,}351 = 0{,}719 - 0{,}070$$
$$0{,}649 = 0{,}649.$$

Das sind dieselben Zahlen, wie wir sie für die beiden Glieder der zweiten Grundgleichung gefunden haben, was somit die Aufstellung der letzteren vollkommen rechtfertigt.

Wenn man nun die Resultate für beide Beobachtungsreihen übersichtlich zusammenstellt, so ergibt sich Folgendes:

	für die Reizversuche	für die Galvanometerversuche
Einfluss des Polarisationsstromes als Zuschuss zu den Widerständen (= 1) im primären Kreis gedacht = P	0,102	0,541
Elektromotorische Kraft des Polarisationsstromes im Zeitmoment seiner Rückwirkung im Verhältniss zu E (= 1) ε	0,115	0,351
Stärke des Polarisationsstromes im Verhältniss zum primären (= 1) in jenem Moment $= \frac{\varepsilon}{W}$	0,07	0,2105
Rest der Wirkung des primären Stromes (= 1) in jenem Moment $\frac{E}{W} - \frac{\varepsilon}{W}$	0,9	0,65

Bei der Betrachtung dieser Reihe erkennt man sogleich viele der Verhältnisse wieder, welche aus der Lehre von der Polarisation bekannt sind. Man findet jenes rasche Ansteigen ihrer Grösse mit der Dauer des primären Stromes und findet es erklärt in der Zunahme der elektromotorischen Kraft des Polarisationsstromes, welches ja bei gleichbleibenden Widerständen im ganzen Kreis der Kette gar nicht anders gedacht werden kann. Wir haben dabei aber die Mittelzahl aus Versuchen mit nur wenig von einander bezüglich ihrer Stärke verschiedenen Strömen vor uns. Ueberraschen muss, dass bei der ausserordentlich kurzen Dauer der reizenden Ströme schon $\frac{1}{10}$ von der Stärke des primären Stromes

absorbirt ist und man könnte glauben, dass dadurch die Verhältnisse der Rheostatenablesungen zu einander im einfachen Reizversuch sehr wesentlich gegenüber den wirklichen Verhältnissen der angewendeten Stromstärken beeinträchtigt werde; denn wie von der Dauer ist die Grösse des Polarisationsstromes ja auch von der Stärke des primären abhängig. Wenn wir also z. B. Anfangs einen sehr hohen, später einen sehr niedrigen Rheostatenstand nothwendig haben, um den Minimalwerth der Zuckung zu erzielen, so könnte ja das Verhältniss von $\frac{E}{W} - \frac{\varepsilon}{W}$: $\frac{E}{W'} - \frac{\varepsilon}{W'}$ ein sehr viel anderes sein, als das von W : W', was wir allein bei der Beobachtung ins Auge fassen.

Diess ist nothwendig der Fall, wenn die Stromstärken $\frac{E}{W}$ und $\frac{E}{W'}$ in hohem Grade von einander abweichen. Wählen wir aber von unseren Rheostatenversuchen schon sehr extreme Grade als Beispiel. Man hätte einmal den Rheostatenstand 150 Cent. und später den von 10 Cent. Wassersäule nöthig gehabt. Dann würden sich die Stromstärken, abgesehen von der Polarisation, wie 1 : 13 verhalten, wenn man die Widerstände von c. 5 Millim. Nerv mit einrechnet. Nun haben wir aber im Früheren gezeigt, dass sich die Stärke des Polarisationsstromes bei solchen Differenzen des primären nur sehr wenig ändert und es wird als sehr nahezu $\frac{1}{10}$ von den Widerständen im einen wie im anderen Fall als P hinzutreten und das Verhältniss der restirenden Stromstärken in keiner nennenswerthen Weise von dem der abgelesenen Rheostatenstände abweichen.

Eine weitere nicht uninteressannte Frage ist aber die: Ist das P unserer Formel wirklich nichts anderes als die der Polarisation in ihrer Wirkung entsprechenden Grösse?

Setzen wir den Fall, der Reizversuch hätte nur 10 Cent. Wasser-

säule im Rheostaten verlangt und wir hätten als E des Grove'schen Bechers 829, so wird die Stromstärke 0,00001 d. h. so viel Cub. Cent. Knallgas lieferte dieser Strom per Minute, also $\frac{1}{60}$ davon per Sekunde. Brauchte nun der Strom in dem Nerv eine so lange Dauer, bis die Erregung zu Stande kommt, als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung durch das gereizte etwa 5 Millim. lange Stück beträgt, so erhielten wir c. 0,002 Sek., eine Zahl, welche ganz gewiss nicht zu klein ist. Fragen wir nun, wie viel Knallgas in dieser Zeit producirt wird, so erhalten wir eine so ausserordentlich kleine Zahl, dass man sich kaum eine Vorstellung davon machen kann, wie *diese* Gasmenge schon $\frac{1}{10}$ der Stromstärke eines Grove'schen Bechers compensiren sollte.

Freilich kann man sich überzeugen, dass zum Entstehen der Polarisation, wenn man sie überhaupt von der Gasausscheidung abhängig denkt, schon sehr kleine Mengen dieser Produkte hinreichen. Bei einem primären Strom, dessen Stärke im chemischen Maass ausgedrückt 0,00002 und dessen Dauer nur einige Bruchtheile einer Sekunde war, konnte ich auf die gewöhnliche Weise durch Umlegen der Wippe noch eine Nadelablenkung von 2 Grad erzielen. Dieser Ausschlag hätte wohl mehr als fünfmal so gross sein müssen, wenn der Polarisationsstrom $\frac{1}{10}$ des primären betragen hätte, allein man kann einwenden, dass zwischen Oeffnen des primären Kreises und Schliessen des neuen immerhin ein solcher Zeitverlust stattgefunden habe, in welchem die besonders anfangs so rasch erfolgende Verminderung des Polarisationsstromes schon verhältnissmässig weit vorgeschritten war.

Gleichwohl lässt sich experimentell zeigen, dass bei der Anwendung von Zinnelektroden nur dann eine wahre Polarisation im Reizversuch stattfindet, wenn schon verhältnissmässig starke Ströme durch den Erregbarkeitsgrad der Nerven geboten sind. Unter „wahrer Polarisation" verstehe ich einen solchen Vorgang an der Berührungsfläche von Nerv

und Elektroden, welcher als galvanischer Strom am Rheoskop sich erkennen lässt. Bei der kurzen Stromdauer im primären Kreis, und bei der Nothwendigkeit, in kürzester Frist nach Unterbrechung desselben schon die volle Wirkung des Polarisationsstromes zur Anschauung zu bekommen, erkennt man leicht, dass man mit der trägen Nadel des Galvanometer nicht mehr ausreicht und also abermal zum physiologischen Rheoskop seine Zuflucht nehmen muss. Der einzige Fehler, welcher bei der Anordnung des Versuches, wie ich ihn angestellt habe, entsteht, ist der, dass der primäre Strom länger dauert, als Zeit zur Nervenreizung durch ihn nothwendig ist, ein Fehler, welcher dem, was ich zu beweisen beabsichtige, noch entgegen ist, also um so weniger in Betracht kommt. Ich werde darauf zurückkommen, sobald ich das ganze Verfahren geschildert habe. Sein Prinzip beruht auf Folgendem: Es soll durch das Hereinbrechen des primären Stromes in ein Stück Nerv des galvanischen Froschpräparates, dessen gastrocnemius zu einer Zuckung veranlasst werden, bei welcher der Beginn des Hubes den primären Kreis unterbricht, und in demselben Augenblick den an den Elektroden entwickelten Polarisationsstrom durch den Nerv eines zweiten Präparates schickt. Ist ein solcher Strom vorhanden, so zucken beide Präparate scheinbar ganz gleichzeitig, ist keiner vorhanden, so zuckt nur das erste Präparat und man untersucht die Stromstärken, bei welchen das Eine oder Andere der Fall ist.

Die Ausführung dieses Versuches lässt sich in eleganter und zu Demonstrationen auch sehr geeigneter Form folgendermassen bewerkstelligen: Auf einem Stativ, welches eine verstellbare Platte aus künstlicher Kammmasse trägt, befinden sich zwei Quecksilbernäpfchen von Horn. Zwischen ihnen erhebt sich eine kleine Säule, welche auf ihrem Gipfel das Lager für einen ┌─┐förmig gebogenen starken Kupferdraht trägt. In der Mitte des horizontalen Drahtstückes ist ein kleiner Doppelkegel festgeniethet, dessen Spitzen sich in den konisch ausgehöhlten

Stellschrauben des Lagers drehen können. Ausserdem befindet sich am Kupferdraht über seinem Hypomochlion eine kleine Klemme zur Einführung eines sehr weichen spiralförmig gedrehten Kupferdrähtchens. Zwei weitere Klemmschrauben befinden sich ausserdem auf dem Tischchen, festgeschraubt, um die in die Näpfchen eintauchenden Drähte zu fixiren. Das Präparat I, welches durch den primären Strom gereizt werden soll, besteht aus dem Kniegelenk, dem gastrocnemius und dem isolirten Schenkelnerv.

Der letztere kommt über die Zinnschaufeln des schon oben beschriebenen Apparates. In die Sehne des Muskels wird ein Glashacken eingeführt, an dessen unterer Oese ein Kettchen hängt. Dieses wird mit seinem unteren Ende in ein kleines Loch im horizontalen Arm des Kupferbügels eingehackt, und zwar ist der Abstand des Loches vom Hypomochlion nur $\frac{1}{4}$ der halben Länge des horizontalen Drahtstückes. Das Präparat II besteht aus dem isolirten Schenkelnerv und dem ganzen Unterschenkel. Das Knie ist aufgespiesst, der Unterschenkel steht senkrecht aufwärts unter seiner Glasglocke über dem Loch eines Glastellers, welche über einem mit Wasserdunst erfüllten Becherglas steht. Der Nerv hängt in dessen Raum herab über zwei Kupferdrähte von beiläufig 1 Centim. Spannweite, welche wohl von einander isolirt durch eine zweite sonst verschlossene Bohrung im Glasteller nach aussen hervorragen. Hat man sich diese Theile schematisch skizzirt, so wird es zum Verständniss genügen, wenn ich die Stücke des kleinern Apparates in der Reihe namhaft mache, wie sie durch übersponnene, durch die Luft geführte Kupferdrähte mit einander zu verbinden sind. Vorbemerken muss ich noch, dass ich unter Endklemmen der Stromleitung diejenigen Klemmen verstehe, in welchen einerseits die weitere Leitung fortgeführt wird, andererseits die von der Kette her durch das Uhrwerk und den feuchten Rheostaten geführte aufhört. Die eine heisse also die „+ Endklemme“, die andere die „— Endklemme“.

(+ Endklemme zum Quecksilbernapf a für den Muskel des Präparates I.)

(Klemme am Kupferbügel zur Zinnelektrode 1 für den Nerv des Präparates I durch den kleinen Spiraldraht.)

(Zinnelektrode 2 für den Nerv des Präparates I zur — Endklemme.)

(— Endklemme zur Kupferelektrode 1 des Präparates II.)

(Kupferelektrode 2 des Präparates II zum Quecksilbernapf b.)

Hat man sich dieses Schema aufgezeichnet, so wird man den Sinn der Anordnung leicht verstehen. Vor Beginn der Reizung taucht der senkrechte Arm des Kupferbügels, dessen Fusspunkt aufs sorgfältigste amalgamirt ist, so in das Quecksilber des Napfes a, dass seine aufgezogene Kuppe den Kreis des primären Stromes eben noch schliesst, wenn die Unterbrechung vor den Endklemmen aufgehoben wird. In diesem Augenblick zuckt der Muskel des Präparates I. Sein Hub, wenn auch noch so klein, dreht den Kupferbügel und drückt den zweiten senkrechten Arm, dessen amalgamirter Fusspunkt vorher ganz dicht über dem Quecksilberspiegel im Napf b gestanden hatte, in das Quecksilber. In diesem Moment ist in a der primäre Strom unterbrochen, dagegen sind die Zinnelektroden und Nerv des Präparates I mit dem Nerv und den Kupferelektroden des Präparates II verbunden; und wenn dort ein Polarisationsstrom entwickelt worden, erzeugt er hier sofort die Zuckung. Der schwache Druck der Spiralfeder wirkt dem Zug des Muskels mit einem Gewicht von vielleicht 5—8 Gramm entgegen und macht, dass nach jeder Zuckung der Fuss des Bügels auf Seite des Napfes a den Quecksilberspiegel wieder erreicht. Liegt also vor den Endklemmen keine weitere Unterbrechung, führen zu ihnen also z. B. direkt die Poldrähte eines Bechers, so wird der Strom mit der Geschwindigkeit einer Zuckung immer wieder unterbrochen, dann geschlossen, dann wieder unterbrochen, so dass im Präparat I ein vollkommener Tetanus zu Stande

kommt, welcher begleitet ist von einem Tetanus im Präparat II. So lässt sich also durch den Polarisationsstrom, welcher sich an der Berührungsstelle von Nerv und Zinn im einen Präparat entwickelt hat, ein Tetanus im zweiten Präparat erzeugen. Statt des Quecksilbers kann man sich mit noch mehr Sicherheit blanker Kupfer- oder Platinflächen bedienen, in welche die sonst in das Quecksilber laufenden Drähte unmittelbar endigen; die Fusspunkte des Bügels sind dann ebenfalls rein metallisch und ohne Amalgam.

Bei Anwendung des Quecksilbers ist die äusserste Reinlichkeit nöthig; die feinste Oxydhaut auf seiner Oberfläche kann machen, dass während der schnellen Schwankung des Bügels am einen oder anderen Fusspunkt ein feines Quecksilberfädchen hängen bleibt, und der primäre Strom dadurch einen Weg in die für den Polarisationsstrom bestimmte Leitung findet. Bei Anwendung von Quecksilber muss man sich immer wieder versichern, dass beim schnellsten Schwingen des Bügels keine Zuckung im zweiten Präparat entsteht, wenn der Nerv des ersten von seinen Zinnschaufeln abgehoben ist. Ich construirte desshalb später den am Ende dieser Abhandlung ausführlichen beschriebenen und auf der VII. Tafel abgebildeten Apparat.

Ist nun im Kreis des primären Stromes der feuchte Rheostat eingeschaltet, so kann man ermitteln, bei welcher Stromstärke die Polarisation so gross geworden, dass sie Zuckungen im anderen Präparat erzeugt, wenn ihr Strom discontinuirlich durch dessen Nerv geschickt wird.

1) Wendet man den vollen Strom der Kette ohne Einschaltung des Rheostat bei der Auflagerung des Nerv auf Zink an, so erhält man jedesmal Zuckung im Präparat II.

2) Ist der Rheostat eingeschaltet und mit einer Mischung von 10 Volumtheil concentrirter Kupfervitriollösung auf 250 Wasser gefüllt, so erhält man bei 155 Centim. Flüssigkeitshöhe noch starke Zuckung im Präparat II.

3) Ist die Rheostatenfüllung 1 Kupferlösung auf 60 Wasser, so zuckt das Präparat I im Minimum bei 120 Cent.

Das Präparat II zuckt erst, wenn der Rheostatenstand bis auf 18 Cent. erniedrigt worden.

4) Bei einer Rheostatenfüllung von 1 Kupferlösung auf 250 Wasser zuckt

Präparat I bei 60 Cent.,
Präparat II erst bei 5,5 Cent. gleichzeitig.

5) Füllt man endlich den Rheostat mit destillirtem Wasser, so zuckt

Präparat I bei 8 Cent.,
Präparat II erst bei 0,2 Cent. gleichzeitig.

Was wir also früher bei längerer Dauer des primären Stromes mit Hilfe der Galvanometernadel haben nachweisen können, dasselbe zeigt uns für so kurze Stromdauer das physiologische Rheoskop wieder: Je verdünnter die Kupferlösungen im Rheostat sind, desto näher seinem Nullpunkt liegt die Grenze des Polarisationsstromes, welcher mit unseren Hilfsmitteln noch kann nachgewiesen werden. In den früheren Versuchen blieb die Annahme offen, dass eine erhebliche Polarisation wenigstens ihrem relativen Werth nach noch vorhanden sein könnte, welche wir wegen zu geringer Empfindlichkeit unserer Instrumente nur nicht mehr im Stande wären zu erkennen. Dem Nerv kann dieser Vorwurf nicht gemacht werden.

Um aber unsere oben aufgeworfene Frage zu entscheiden, bedürfen wir noch einer anderen Versuchsreihe, welche die Stromstärke bestimmt, bei welcher das II. Präparat für sich zuckt. Dazu bedarf man möglichst reizbarer Nerven, damit man Rheostatenstände anwenden kann, bei welchen nach den eben angeführten Versuchen noch lange keine Zuckung durch Polarisation erfolgt. Ich nehme desshalb auch 30—40

Millim. lange Stücke ihrer Nerven zwischen die Elektroden. Der Nerv des Präparates II wird zuerst mit dem schwächsten eben ausreichenden Strom gereizt und zwar diejenige Stromrichtung gewählt, welche gleich ist der Richtung, in der den Nerv der zu erwartende Polarisationsstrom durchfliesst. Ist der zugehörige Rheostatenstand notirt, so wird durch eine Wippe sofort der entgegengesetzt gerichtete Strom durch den Nerv des I. Präparates geschickt, notirt, bei welchem Rheostatenstand dieses zuckt, und dann derjenige, bei welchem in Folge des entwickelten Polarisationsstromes das II. Präparat eben im schwächsten Maass zu zucken anfängt.

Hat man gleichzeitig mit dem Myographion, dessen Hebel in meiner Vorrichtung die Verkürzung des Muskels in $4\frac{2}{5}$ maliger Vergrösserung darstellt, die Zuckungskurve des I. Präparates aufschreiben lassen, und die Entfernung des Fusspunktes am Bügel von der Contactfläche a gemessen, so lässt sich daraus sowohl die Dauer des primären Stromes als die Zeit bestimmen, welche zwischen dem Oeffnen des primären Kreises und dem Schliessen des Polarisationskreises durch den Nerv des II. Präparates verstreicht. Die Dauer des primären Stromes ist nämlich gleich der an der Curve zu messenden Zeit, welche verstreicht, bis diese die Abscissenaxe verlässt; denn in diesem Moment wird der Contact bei a aufgehoben. Der zweite Zeitraum entspricht derjenigen Länge der Abscissenaxe, welche von jenem Punkt bis zu der Ordinale reicht, deren Höhe $4\frac{2}{5}$ mal grösser ist, als der Zwischenraum zwischen dem Fusspunkt des Bügels und der Contaktfläche b. Wir erhalten auf diese Weise für die Dauer des primären Stromes 0,008 Sec., für den zweiten Zeitraum 0,003 Sec. im Durchschnitt.

I. Im einen Fall war der Rheostat mit Wasser gefüllt. Dabei zuckte das Präparat I bei 25 Cent., das Präparat II nicht. Das Präparat II zuckt für sich bei dem Rheostatenstand 25. Das Präparat II zuckt gleichzeitig mit Präparat I, wenn der Rheostatenstand bis auf 0,5 erniedrigt ist.

II. In einem zweiten Fall war der Rheostat mit 1 Thl. concentrirte Kupfervitriollösung und 500 Wasser gefüllt. Das Präparat I zuckt bei 145 Cent., Präparat II dabei nicht gleichzeitig. Diess geschieht erst, nachdem der Rheostatenstand bis auf 10,83 erniedrigt ist. Präparat II zuckt für sich bei 128 Rheostatenstand.

III. In einem dritten Fall war die Füllung des Rheostaten eine Mischung von 1 Thl. Kupfervitriollösung auf 1000 Thle. Wasser. Das Präparat I zuckte bei 145. Das II. Präparat gleichzeitig erst dann, als der Rheostatenstand auf 12 Cent. herabgerückt worden, während Präparat II für sich bei 155 zuckte.

Mittelst dieser Beobachtungsreihe lässt sich nun durch Rechnung unsere Frage entscheiden. Zuerst muss ermittelt werden, in welchem Verhältniss die für Präparat I hergestellte Stromstärke (an der äussersten Grenze, an welcher sie eben einen vom zweiten Präparat angezeigten Polarisationsstrom entwickelt) zu der Stromstärke steht, bei welcher das Präparat II für sich zuckt. Dabei sind aber die Widerstände der gereizten Nervenstücke in Centimeter der angewendeten Rheostatenfüllungen mit einzurechnen. Die Stromstärken können dann umgekehrt den gemessenen Widerständen proportional gesetzt werden. Es ergeben sich folgende Zahlen:

	I	II	III
a) Widerstände, wenn I für sich zuckt	26,4	149,8	146,7
b) Widerstände, wenn II für sich zuckt	29,3	142,1	160
c) Widerstände für I, wenn II gleichzeitig durch den Polarisationsstrom zuckt erregt	1,9	11,36	13,7

Sonach wird das Verhältniss der Stromstärken zwischen b und c

für I 0,07,
„ II 0,079,
„ III 0,08.

Im Mittel also verhält sich der primäre Strom zum Polarisationsstrom wie 1 : 0,076. Um dieses Ergebniss aber mit dem vergleichen zu können, was wir nach der ersten Methode erhalten haben, ist es nothwendig, die Mittelzahlen der angewendeten Stromstärken in der einen und anderen Gruppe von Beobachtungen auf dieselbe Einheit zu reduziren, denn jenes Verhältniss ändert sich ja mit den Stromstärken. Als wir mit Hülfe der Multipla von E die Grösse des Polarisationsstromes aufsuchten, hatten wir für den mittleren Werth der Widerstände die Zahl:

48775504 Meter Normal-Kupferdraht.

In der zuletzt mitgetheilten Beobachtungsreihe waren die mittleren Widerstände

$= 55079945.$

Wir erhalten also sehr nahezu die gleiche Stromstärke in beiden Reihen, und in beiden so nahe, als diess hier überhaupt erreichbar ist, die gleichen Werthe für den dabei entwickelten Polarisationsstrom, nämlich 0,07 bei der ersten Gruppe als Zahl für $\frac{\varepsilon}{W}$, und 0,076 für seine Stärke bei der zweiten Gruppe.

Die Widerstände, bei welchen in Präparat I Zuckungen auftraten, ohne dass solche in Präparat II entstanden, waren $=$ 368652427 Meter Normal-Kupferdraht. Die Stromstärken, welche bei der ersten Gruppe nothwendig waren, betragen mehr als das Siebenfache von denen, welche bei der zweiten Gruppe gefordert wurden, um einen Minimalwerth der Zuckung zu erlangen. Die erste Gruppe fällt in die Experimentirzeit des Sommers, wobei weniger reizbare Frösche und Nerven in Anwendung kamen, deren Querschnitte grösser waren, als bei den Nerven, welche im Winter zur zweiten Beobachtungsgruppe verwendet worden.

Es ist also unsere Frage dahin erledigt, dass der Verlust an der Stärke des primären Stromes in der ersten Versuchsreihe in der That von dem abzuleiten ist, was wir im strengen Sinn des Wortes unter

Polarisation verstehen. Ich habe die zweite controlirende Beobachtungsreihe desswegen angestellt, weil ich wissen musste, ob das P der obigen Formel nicht selbst schon eine Summe ist, wovon das eine Glied die durch den chemischen Zersetzungsprozess bedingte Polarisation, das andere Glied aber eine Grösse darstellt, welche von dem Strömen dessen abhängt, was wir eben unter Elektricität verstehen. Wie immer unsere Auffassung von deren Wesen ist, wir werden darin einen Bewegungsvorgang sehen müssen, und bei Bewegungen, welche sich durch ungleichartige Bahnen fortsetzen, liegt die Annahme sehr nahe, dass sich bei dem Uebergang der Bewegung von dem einen Medium in das andere möglicherweise mechanische Hindernisse geltend machen, welche eben den Werth von P in unserer Grundformel mit bestimmen müssten. Unter dem Namen des „Uebergangswiderstandes" hat man ja zuerst das Phänomen der Polarisation aufgefasst. Die Folgen eines solchen könnten auf die Ergebnisse der ersten Beobachtungsgruppe influiren, niemals aber auf die der zweiten. Da wir nun aber durch beide auf denselben Werth von P geführt worden sind, so ist erwiesen, dass wir es in unserem Fall *nur* mit der von der Zersetzung abhängigen Polarisation zu thun haben.

Damit ist zugleich die erste und sehr einfache Methode die Polarisation in jedweder Leitung mit der Galvanometernadel nach längerer Dauer des primären Stromes quantitativ zu messen gerechtfertigt, sowie auch für den Fall eines nur momentan bestehenden äusserst schwachen primären Stromes durch das physiologische Rheoskop.

Für die Reizversuche haben wir dadurch die nöthigen Anhaltpunkte gewonnen, um zu wissen, von welchen Grenzen der Stromstärke an wir die Polarisation nicht mehr vermeiden, wie wir sie dann aber durch Anwendung der Multipla von Elementen leicht bestimmen und ihren Einfluss auf die Rheostatenablesungen durch Rechnung eliminiren können. In vielen Fällen wird diese Methode zu Statten kommen, wo die Anordnung des Versuches oder die Fragestellung beim Experiment

die Anwendung nicht polarisirbarer Elektroden, wie sie uns Du Bois kennen gelehrt hat, verbietet.

Auf der VII. Tafel ist übersichtlich die ganze Anordnung des Versuches dargestellt, und genauer die Wippe abgebildet, mittelst welcher der am einen Nerv entwickelte Polarisationsstrom zum Nerv eines zweiten Präparates gesendet wird. In Fig. 1 ist die Wippe in wirklicher Grösse abgebildet, während die anderen Geräthschaften mehr schematisch gehalten sind. Die Glasplatte GG, deren Breite 3 Centim. beträgt, hat drei Durchbohrungen, durch welche die Schraubengewinde von den drei Messingsäulen E, S, S′ hindurchgehen. Das in dem hohlen Messingstativ St verstellbare und mittelst der Schraube k zu fixirende Stück dient als Mutter, um die Glasplatte festzuhalten; dasselbe gilt von den Muttern tt und tt′. Die obere Säule E trägt in einer Gabel (M Fig. 2) an ihrem oberen Ende, welche man in Fig. 2 von der Seite sieht, in Spitzen laufend die Kugel B Fig. 2 und u Fig. 1, durch deren Axe hindurch der auf Fig. 1 mit B bezeichnete Kupferbügel geht. Die Fusspunkte dieses Bügels haben Platinsohlen, ebenso wie die in den beiden Säulchen S und S′ auf nieder zu schraubenden Köpfe oo′ mit Platin beschlagen sind.

Die in dem Bügel festgeschraubte Feder F drückt, so lange kein Zug an der Kette des Bügels nach aufwärts wirkt, den einen Fusspunkt desselben gegen den Schraubenkopf o. Die Kugel B (Fig. 2) endigt nach oben in einen Zapfen z, auf welchem die Drahtklemme Dk (Fig. 1) befestigt werden kann. Nach abwärts endigen unterhalb der Glasplatte die Säulen S und S′ in die Klemmschrauben L und L′. Der Fuss der Statives St ist mit Blei ausgegossen, um ihm die hinreichende Schwere zu geben[1]).

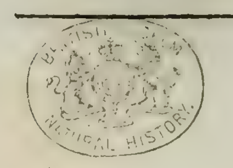
---

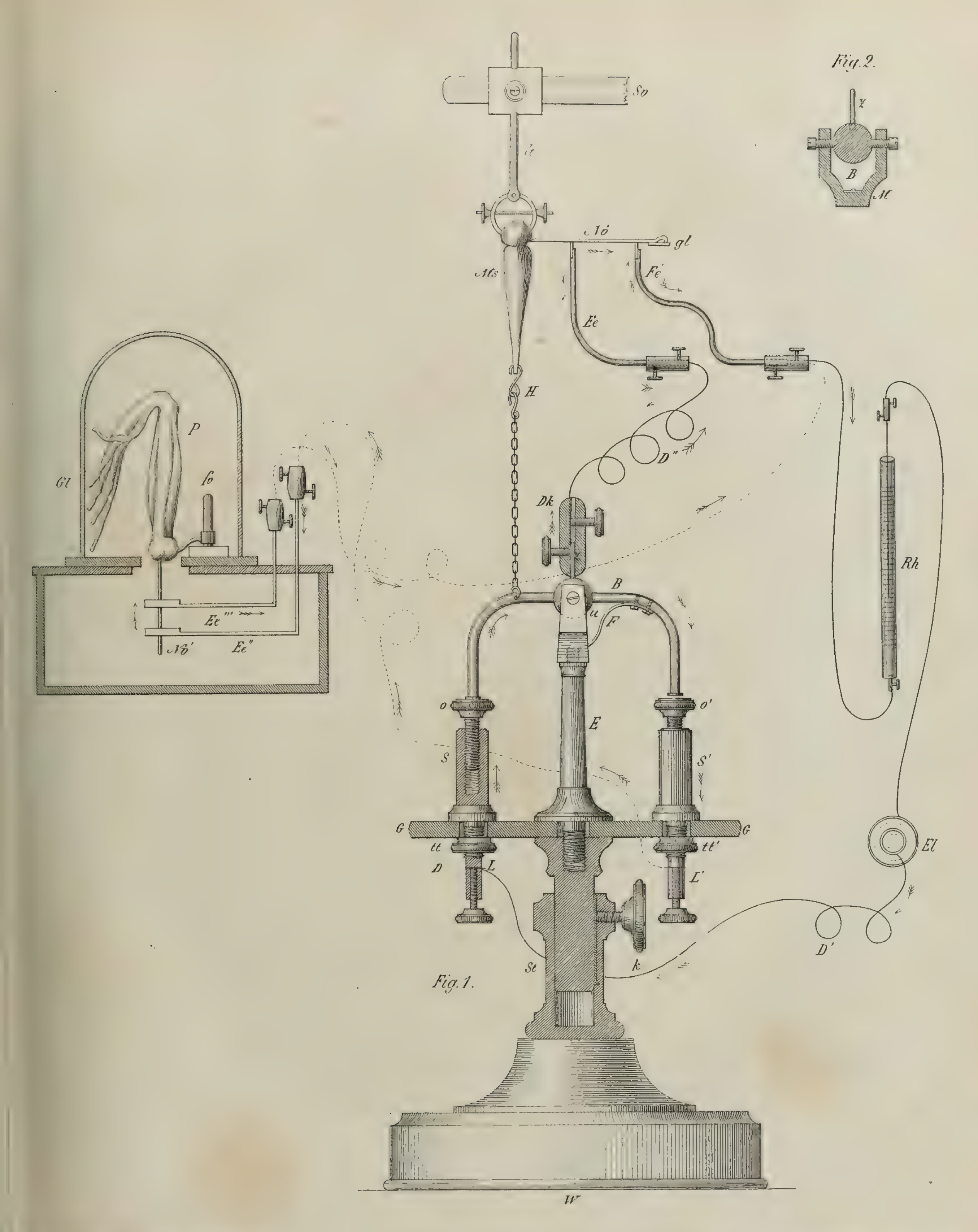
[1]) Die hier beschriebene Wippe wird von dem hiesigen Mechanikus Stollenreuther für 8 fl. geliefert.

Das eine Präparat befindet sich mit der Axe seines Muskelkörpers in *einer* Linie mit der Kette am Kupferbügel, und zwar verbindet beide der Glashacken H, durch die Achillessehne des Muskels Ms gestossen. Der Muskelhalter lt ist an dem Stativ Sv auf- und abschiebbar befestigt. An dem Poldraht Fe ist ein kleiner Träger gl von Glas angebracht, um das Endstück des Nerven zu tragen. Alle diese Theile befinden sich unter einem Glassturz, unter dessen Schutz durch feuchtes Fliesspapier Muskel und Nerv vor dem Vertrocknen geschützt bleiben.

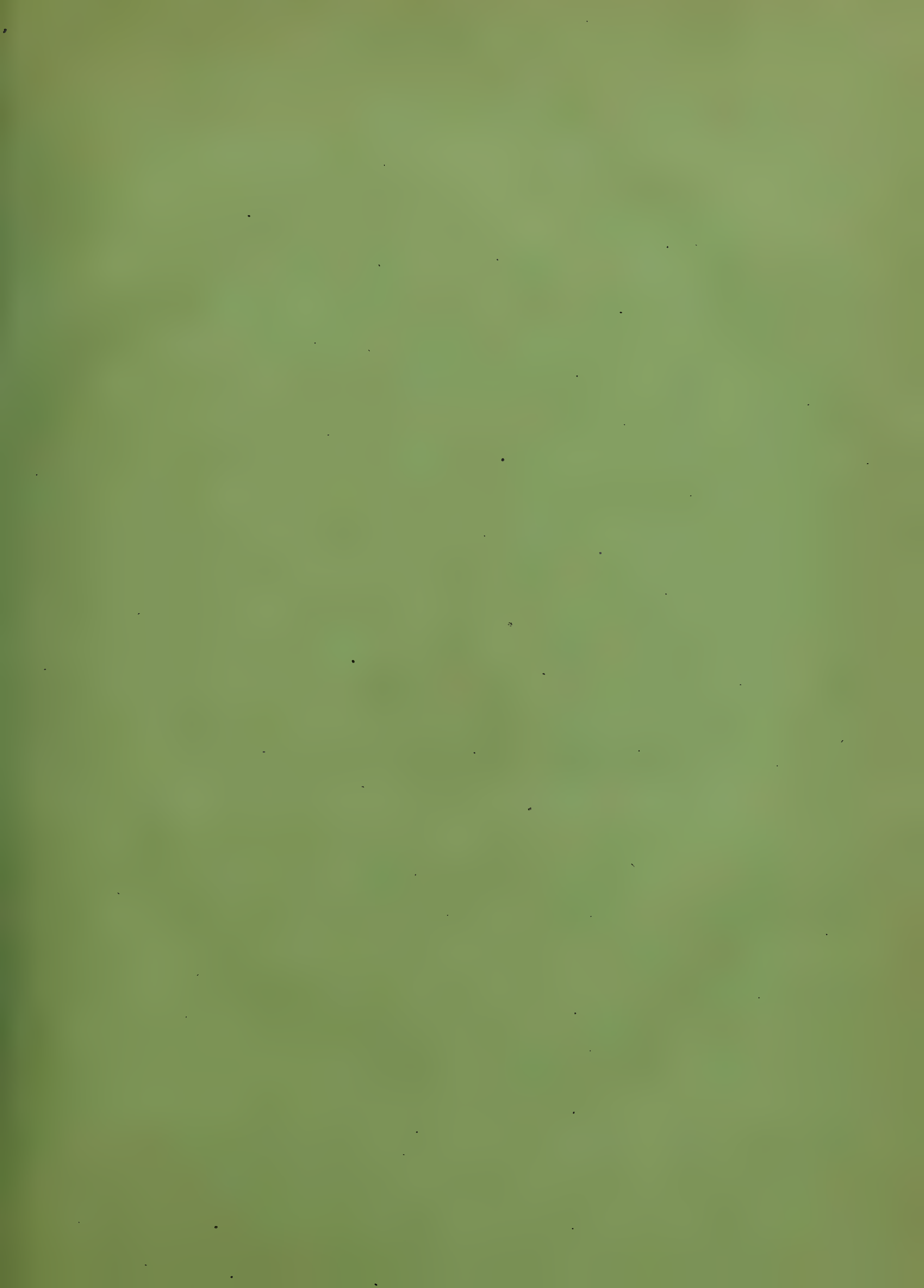
Das zweite Präparat P hat die gewöhnliche Aufstellung. Festgehalten durch das Stativ sv steht es senkrecht; sein Nerv hängt in den feuchten Raum über den Poldrähten Fe'' und Fe''' herab und ist ebenfalls vor Wasserverlust durch die Glocke Gl geschützt. El stellt schematisch den Grove'schen Becher, Rh den grossen Flüssigkeitsrheostaten vor. Die Drahtanordnung erkennt man unmittelbar aus der Abbildung.

Zuerst wird bei dem Experiment der Muskel so hoch gestellt, dass bei mässigem Uebergewicht der Feder F der eine Fusspunkt des Bügels auf das Platin von o drückt. Sowie die Kette geschlossen wird, circulirt der Strom von El aus der Reihe nach über folgende Punkte weg: D'L, S, o, Dk, D'', Fe, Nv, Rh zurück zum Element. In dem Augenblick entsteht eine Zuckung, in deren Verlauf bald früher, bald später, je nachdem man die Entfernung des Bügelfusspunktes von o' mittelst der Schraube S' grösser oder kleiner gemacht hat, die Platinflächen bei o' in Contact gerathen. Gleich bei Beginn der Zuckung verlässt der andere Fusspunkt des Bügels den Kopf der Schraube o, unterbricht also den primären Kreis nach Ablauf der latenten Reizung. Sowie der metallische Contakt bei o' hergestellt ist, geht der am Nerv des zuerst gereizten Präparates Ms entwickelte Polarisationsstrom auf folgendem Weg durch den Nerv des zweiten Präparates P: von Fe über D'', Dk, B, o', S', L', Fe'', Nv', Fe''' auf der punktirten Linie zu Fe am Nerv des Muskels Ms.




Fig. 2.
z
B
M
So
Ms
Nö
gl
Fe'
Ee
H
D''
P
Gl
fo
Dk
Ee'''
Ee''
Nö'
B
u
F
Rh
o
o'
E
S
S'
G
G
tt
tt'
D
L
L'
El
D'
St
k
Fig. 1.
W







Inhalt.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

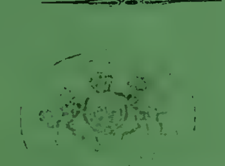
DER KOENIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.



MÜNCHEN.

AUF KOSTEN DER AKADEMIE.

1862.

Dr. Besnard.



ABHANDLUNGEN

DER

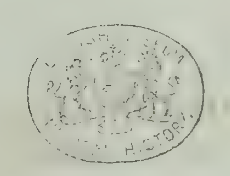
MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.

MÜNCHEN.

1862.

VERLAG DER K. AKADEMIE,

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Ueber einen

neuen Respirations-Apparat.

Von

Dr. Max Pettenkofer.

Ueber einen neuen Respirations-Apparat.

Von

Dr. Max Pettenkofer.

1. Einleitung.

Die Arbeiten von *Bischoff und Voit* über die Ernährung des Fleischfressers haben neben vielem andern Wichtigen und Werthvollen auch die Thatsache constatirt und zur Ueberzeugung gemacht, dass die Kohlenstoffmenge der aufgenommenen Nahrung, welche unter verschiedenen Umständen durch Haut und Lungen entweicht, nicht ohne Fehler berechnet werden kann, sondern dass sie durch den quantitativen Versuch für alle einzelnen Fälle mit derselben Sorgfalt ermittelt werden muss, wie die Ausscheidung des Stickstoffes im Harne. Man kann allerdings durch die Wage den Gesammtverlust des Körpers an die Atmosphäre bestimmen; da dieser Verlust aber nicht durch *einen* Stoff, sondern mehrere Stoffe nämlich durch Wasser und durch Kohlenstoff und Wasserstoff in der Form von Kohlensäure und Wasser gebildet wird, so bleibt es der Willkür überlassen, wie viel man z. B. Wasser und wie viel man Kohlenstoff annehmen will, während es doch für den Organismus einen ganz verschiedenen, in mancher Beziehung ganz entgegengesetzten Werth hat, ob Kohlensäure erzeugt und ausgeschieden, oder ob Wasser abgedunstet wird. Da diess von jeher einleuchtend war, so hat es bisher

auch nicht an Versuchen gefehlt, entweder die Kohlensäure des Athems allein, oder die Kohlensäure des Athems und der Hautausdünstung zugleich zu bestimmen. Es liesse sich eine Reihe von Methoden und Apparaten aufführen, welche diesem Zwecke dienten, und einer kritischen Untersuchung über dieselben wäre ein weites Feld geöffnet. Wenn ich mich dieser unangenehmen und schwierigen, zuletzt auch unfruchtbaren Aufgabe kurzweg entschlage, so geschieht es nur desshalb, weil die Untersuchungen von *Bischoff* und *Voit* den Standpunkt der Frage so weit verändert haben, dass nur mehr eine Methode von Werth sein kann, welche auch an grösseren Thieren und am Menschen eine Beobachtung über die durch Haut und Lungen ausgeschiedene Kohlensäure während eines Zeitraumes von mindestens 24 Stunden ununterbrochen zulässt, und nebenbei die Berücksichtigung der Nahrung, des Harns und Kothes qualitativ und quantitativ in ebenso exakter Weise gestattet, wie die beiden genannten Forscher es bei ihrem Hunde gezeigt haben.

Wenn ich sage, dass diesen gesteigerten Anforderungen keine der bisherigen Methoden, und keiner der bisherigen Apparate entsprechen kann, so befürchte ich wenig Widerspruch. Es wird auch Niemand bestreiten, dass allen bisherigen Respirationsapparaten zwei grosse Mängel anklebten; erstlich nöthigten sie unter Umständen zu respiriren oder zu perspiriren, unter denen Menschen und Thiere nicht zu leben gewohnt sind, — und dann vermisst man bei allen — selbst den besten — zweckmässige Controlversuche über den Grad der Genauigkeit der Resultate. Der Mangel an Controlversuchen hat mich von jeher mit einigem Misstrauen gegen die manchmal prätendirte Unumstösslichkeit mancher auffallender Ergebnisse bei complicirten Apparaten erfüllt. So lange diese Schärfe nicht dadurch erhärtet ist, dass sie auch thatsächlich bei Versuchen hervortritt, bei welchen unter analogen Verhältnissen, unter welchen ein Thier oder Mensch dem Versuche unterworfen wird, bekannte Mengen Kohlensäure, Stickstoff u. s. w. entwickelt und zu-

letzt wieder gefunden werden, bis dahin hat der Zweifel seine volle Berechtigung. Man kann auch auf exakten Wegen gehend in einzelnen Fällen falsche Schlüsse machen, und wird sie unfehlbar machen, sobald man nicht prüfen kann, ob alle Voraussetzungen wirklich erfüllt sind, oder ob wirklich keine unvorhergesehenen Einflüsse mitwirken. Nur solche Controlversuche können ergeben, mit welcher Genauigkeit ein Apparat arbeitet, und welche Grössen innerhalb der Gränzen der Versuchsfehler liegen. Zur Erledigung gewisser Fragen genügt allerdings auch eine relative Genauigkeit des Verfahrens (wenn man z. B. nur erfahren will, unter welchen Umständen die Kohlensäure sich vermehrt oder vermindert); wo es sich aber um eine absolute Menge, um die genaue Bestimmung derselben handelt, da reichen Methoden mit nur relativer Genauigkeit nicht mehr aus. Die bisherigen Apparate liessen nun aber nur die erhaltenen Resultate, hingegen nicht den Grad der Genauigkeit derselben erkennen.

Der gegenwärtige Standpunkt der Physiologie verlangt einen Apparat, der einem Menschen gestattet, frei in der Luft ohne Vermittlung irgend einer am Körper zu befestigenden Vorrichtung zu athmen und sich zu bewegen, etwa wie in einem Wohnzimmer, wo er während einer Versuchsdauer von mindestens 24 Stunden keinerlei ungewohnten oder schwierigen Bedingungen unterworfen werden darf. Diese Aufgabe ist nur dadurch zu lösen, dass man den Menschen in einen genau messbaren und beliebig zu leitenden Luftstrom bringt, und die Luft auf gewisse Bestandtheile untersucht, wenn sie in den Apparat eintritt, also ehe sie mit dem Menschen in Berührung gekommen ist, und die gleiche Untersuchung wiederholt, nachdem die Luft die gasförmigen Ausscheidungen der Haut und Lunge aufgenommen hat.

Es ist eine wichtige, aber noch keineswegs hinlänglich bestimmt entschiedene Streitfrage, wie schnell oder gross der Wechsel der Luft sein soll, in welcher ein Mensch längere Zeit ohne irgend eine Störung

seiner Gesundheit zu erleiden, ohne Unbehagen zu empfinden, verweilen kann. Die Menge wird jedenfalls nach Individualität und körperlichen Zuständen schwanken. Man hat schon verschiedene Betrachtungen darüber angestellt, aus den Veränderungen der Luft in ihrem Gehalte an Sauerstoff, Kohlensäure oder Wasser eine Durchschnittsgrösse für den nöthigen Luftwechsel zu berechnen, aber alle so berechnete Zahlen genügen unserer leiblichen Empfindung und der täglichen Erfahrung nur unvollkommen. Wir wissen nur, dass wir zu unserm normalen Befinden stets einer Atmosphäre bedürfen, welche viel viel mehr Sauerstoff und viel viel weniger Kohlensäure und Wasser enthält, als für den Fortgang der Respiration und Perspiration gerade nothwendig erscheint. Die Nothwendigkeit und die Wirkungen der frischen freien Luft sind uns noch vielfach ein Geheimniss, obwohl die Thatsache von jeher anerkannt werden musste. Was uns die Luft eines mit Menschen erfüllten Raumes unangenehm und drückend macht, was auf unsere Nerven wirkt und Symptome von der Eingenommenheit des Kopfes bis zur völligen Ohnmacht hervorrufen kann, ist nicht bloss die Wärme, oder die Feuchtigkeit oder die Kohlensäure der Luft, noch der Mangel an Sauerstoff, — eine solche Luft erscheint uns faul und eckelhaft schon lange, bevor sie noch mit Wasserdunst gesättigt, oder ihres Sauerstoffs zu sehr beraubt, oder mit mehr als 1 Prozent Kohlensäure beladen ist; sie dünkt uns in dem Maasse widerlich, als sie schon wiederholt ein- und wieder ausgeathmet worden ist, oder schon oftmals die Oberflächen der Haut berührt hat; als sie mit organischen Ausdünstungsstoffen — wenn auch in höchst geringer Menge — geschwängert ist. Es ist denkbar und sogar wahrscheinlich, dass manche der bei der Respiration und Perspiration entstehenden organischen Dämpfe nur eine sehr geringe Tension haben, dass also die Luft für sie sehr bald den Sättigungspunkt erreicht, und dem Organismus nichts weiter davon abnehmen kann, wenn sie nicht wieder rasch gewechselt und erneuert wird. Das Zurückbleiben, die Anhäufung dieser Dämpfe im Körper, so gering auch ihre

Menge sein mag, kann eben so leicht auf gewisse Nervenpartien, und durch diese selbst auf den gesammten Stoffwechsel wirken, als sie in die Luft übergangen auf unsere Geruchsnerven wirkt, und uns unter Umständen selbst zum Erbrechen reizt. Ich halte es für physiologisch ungerechtfertigt, einen Menschen oder ein Thier in ein kleines stagnirendes Luftvolumen zu bringen, das während einer längeren Zeit nicht in seiner Ganzheit wechselt, dem man etwa nur den verzehrten Sauerstoff wieder zuführt und einen Theil der gebildeten Kohlensäure entzieht.

Auf der andern Seite ist eben so sicher, dass dieser Luftwechsel nicht ins Unendliche nothwendig sein kann, dass es somit eine Grenze geben muss, über welche hinauszugehen überflüssig ist. Ich habe bei einer andern Gelegenheit diese Grenze zu finden gesucht [1]), indem ich mich auf einen ganz empirischen Standpunkt stellte. Ich untersuchte, um wie viel in Folge von Respiration und Perspiration der Kohlensäuregehalt einer notorisch guten Zimmerluft den Kohlensäuregehalt der freien Luft übersteigen darf, ehe sich die organischen Ausdünstungsstoffe unserm Geruchsorgane in unangenehmer Weise bemerklich machen. Hiebei hat sich ergeben, dass eine Vermehrung der Kohlensäure in Folge der Respiration und Perspiration bis zu 1 Tausendstel als Grenze gelten kann, wo die Luft zu riechen anfangt. Ich habe es bereits früher deutlich ausgesprochen, dass die Kohlensäurevermehrung mir nicht die Verderbniss der Luft selbst ist, sondern dass sie mir nur als Maassstab dafür dient, wie viel von der in einem Raume befindlichen Luft schon einmal zur Respiration gedient hat. Ich habe mich wiederholt und längere Zeit in der Luft eines Zimmers wohl befunden, welche 10 Tausendtheile Kohlensäure enthielt. Diese Kohlensäure war aber durch

---

1) Luftwechsel in Wohngebäuden. Seite 71 bis 78. München, Cotta's literar.-artistische Anstalt.

Schwefelsäure aus doppelt kohlensaurem Natron entwickelt. Der längere Aufenthalt in einem Raume, dessen Luft *in Folge der Respiration und Perspiration von Menschen* 10 Tausendtheile Kohlensäure enthält, wird Jedem fast unerträglich werden. In der schlechtesten Luft der Gefängnisse, Kasernen, Schulen, Hörsäle und Kneipen etc. habe ich nur selten 10 Tausendtheile Kohlensäure gefunden, und sobald die Luft mehr als 2 Tausendtheile Kohlensäure enthielt, wurde schon sehr deutlich ein unangenehmer Geruch und ein lästiges Befinden wahrgenommen; in solcher Luft empfindet Jeder das Bedürfniss, zeitweise zu lüften oder findet sich veranlasst, öfter einen tiefen Athemzug zu machen als sonst, d. i. zu seufzen. Es gibt zwar Schriftsteller, welche angeben, die Luft eines Zimmers könne bis zu 5 Tausendtheilen Kohlensäure enthalten, und müsse immer noch als gute Luft anerkannt werden. Wer diess behauptet, hat entweder den Kohlensäuregehalt einer Luft, die er für gut oder schlecht befunden hat, nie bestimmt, oder es fehlt ihm der leibliche Sinn des Geruches. Vorausgesetzt, dass die Kohlensäure im Raume keine andern Quellen als Haut und Lungen der darin befindlichen Menschen hatte, habe ich bei den zahlreichen Bestimmungen, die ich und Andere in neuerer Zeit ausgeführt haben, in guter Luft nie entfernt eine solche Menge Kohlensäure gefunden, hingegen wenn die Kohlensäure diese Höhe erreichte, dann dünkte die Luft jedem Eintretenden auch höchst widerlich und dick.

Die Grösse des fast unter allen Umständen genügenden Luftwechsels für einen Menschen ergibt sich nach meinen frühern Untersuchungen und daraus gezogenen Schlüssen zu 60 Kubikmetern in der Stunde, die nämliche Menge, die gegenwärtig auch bei der mechanischen Ventilation der Krankensäle für eine Person verlangt wird [1]). Obwohl diese Grösse von Vielen als übertrieben hoch erachtet wird, und Manche, wenigstens

---

1) Grassi: Étude comparative de deux systèmes de Chauffage et de Ventilation établis à l'hospital Lariboisière. Paris. Rignoux 1856.

für Gesunde, höchstens den dritten Theil für nothwendig halten, so musste ich doch bei der Construktion eines Respirationsapparates, in dem ein Mensch 24 Stunden lang verweilen sollte, darauf Rücksicht nehmen. Ich wählte desshalb Verhältnisse, die mir gestatteten, den Luftwechsel beliebig zwischen 75 und 15 Kubikmetern in der Stunde und auch noch darunter handhaben zu können. Hiemit war dann auch die Möglichkeit gesichert, Versuche über den Einfluss eines sehr grossen und eines sehr geringen Luftwechsels auf unser Befinden und auf den Stoffwechsel anzustellen, die bisher so abweichenden Annahmen mit einem vollgiltigen Maassstabe zu messen und diese für das praktische Leben so wichtige Frage zu einer endgiltigen Entscheidung zu bringen.

Von Wichtigkeit für die Construktion war auch die Grösse desjenigen Theiles des Apparates, in dem sich der Mensch während der Dauer eines Versuches aufhalten sollte. Ich dachte am besten zu thun, wenn ich diesem Theile die Form eines Zimmers gebe, in welchem ein Bett, Tisch und Stuhl Platz hat, und auch noch einiger Raum zur Bewegung, zum Auf- und Abgehen bleibt. Der kleinste Raum, mit welchem ich diesen Anforderungen entsprechen zu können glaubte, erschien mir ein Kubus von 8 Fuss (= 2,335 Meter), mithin ein Würfel von 512 Kubikfuss oder 12,7 Kubikmeter. Da unserm Befinden, namentlich wenn wir uns ruhig verhalten sollen, ein fühlbarer Luftzug höchst unangenehm, ja wegen der einseitig vermehrten Abkühlung und Verdunstung sogar der Gesundheit nachtheilig ist, so musste auch untersucht werden, ob der Querschnitt des Zimmers (5,452 Quadratmeter) hinlänglich gross ist, um die Bewegung der Luft für uns unfühlbar zu machen. Wenn man den Querschnitt einer Leitung und die Luftmenge kennt, welche in einer Sekunde darin sich bewegt, so berechnet sich die Geschwindigkeit sehr einfach, wenn man mit dem Querschnitt in die Luftmenge dividirt. Wenn während einer Stunde 15 Kubikmeter durch das Zimmer des Apparates gehen, so gehen in einer Sekunde 0,0444 Kubikmeter durch. Da sich

diese nun im gegebenen Falle auf einem Querschnitte von 5,452 Quadratmetern bewegen, so ergibt sich 0,008 Meter Geschwindigkeit der Luft in der Sekunde; geht hingegen die grösste Menge (75 Kubikmeter stündlich) durch, so erreicht die Geschwindigkeit der Luft immerhin nur 0,0208 Meter in der Sekunde. Da wir den sogenannten Zug erst bei einer Geschwindigkeit der Luft von 1 Meter aufwärts deutlich wahrzunehmen anfangen, so war nicht im mindesten zu befürchten, dass man im Zimmer des Apparates Zugluft spüren, oder dass ein Licht nicht ganz ruhig brennen würde, Voraussetzungen, die sich in der Folge auch vollkommen bestätigt haben.

Ehe man aber an die Ausführung eines so grossen und kostspieligen Apparates mit gutem Gewissen denken konnte, musste man auch darüber ganz im Klaren sein, ob man die wissenschaftlichen Mittel besitze, in einem so grossen Luftstrome die vom Athem und der Ausdünstung eines Menschen herrührenden, verhältnissmässig kleinen Mengen Kohlensäure und Wasser mit der nöthigen Schärfe zu finden. Obwohl streng genommen die direkte Bestimmung sowohl der Kohlensäure als des abgedunsteten Wassers nöthig ist, so ist die Bestimmung der Kohlensäure doch das Wichtigere, denn aus dem Körpergewichte und dem Gewichte und der chemischen Zusammensetzung der Nahrung, und der Ausscheidungen durch Harn und Koth lässt sich die Menge des abgedunsteten Wassers und des oxydirten Wasserstoffes mit hinreichender Genauigkeit berechnen, wenn man die Menge der entwickelten Kohlensäure genau kennt. Mein Augenmerk war desshalb zunächst auf die direkte Bestimmung der Kohlensäure gerichtet. Vor Allem waren die etwaigen Veränderungen des Volumens in Erwägung zu ziehen, welche ein Luftstrom dadurch erleiden kann, dass ein Mensch in ihm athmet. Die Volumsänderungen in Folge des Druckes, der Temperatur oder Feuchtigkeit konnten als keine wesentlichen Fehlerquellen angesehen werden, da ihnen durch Barometer-, Thermometer- und Psychrometer-

Beobachtungen, sowie durch Wägung des Wassers leicht Rechnung getragen werden konnte.

Was nicht so leicht in einem Luftstrome direkt bestimmt werden kann, ist die Menge Sauerstoff, welche beim Athmen verschwindet. Die ausgezeichneten Untersuchungen über Respiration von *Vierordt*, von *Regnault* und *Reiset, Hutchinson* und Anderen liefern übrigens ein hinreichendes Material, um hierüber ein entscheidendes Urtheil sich zu bilden. Es steht fest, dass der bei Weitem grösste Theil des binnen 24 Stunden aus einem Luftstrome aufgenommenen Sauerstoffes in der Form von Kohlensäure auch wieder aus dem Körper austritt. Da ein Volum Kohlensäure den nämlichen Raum einnimmt, wie der Sauerstoff, den sie enthält, so erfolgt keine Aenderung im Volumen der Luft, soweit deren Sauerstoff zur Bildung von Kohlensäure benutzt wird. Es ist übrigens bekannt, dass das Volum der ausgeathmeten Luft nach Berücksichtigung des Druckes, der Temperatur und des Wasserdunstes doch stets etwas kleiner ist, als das Volum der eingeathmeten Luft, und zwar in dem Maasse, als Sauerstoff nicht lediglich zur Bildung von Kohlensäure, sondern auch zur Bildung von Wasser oder anderen Sauerstoffverbindungen im Körper verwendet wird. Nach den Untersuchungen von *Regnault* und *Reiset* hierüber [1]) wird je nach der Nahrung im geringsten Falle etwa $\frac{1}{10}$, im höchsten Falle noch nicht $\frac{1}{3}$ der Menge des verbrauchten Sauerstoffes nicht wieder in der Form der Kohlensäure ausgeschieden. Nimmt man nun das mittlere Athemvolum eines erwachsenen Menschen zu 5 Liter in der Minute, mithin zu 300 Liter in der Stunde an [2]), so berechnet sich der mittlere Gehalt der ausgeathmeten Luft nach den zahlreichen Bestimmungen von *Brunner* und *Valentin* und von *Vierordt* [3])

---

1) Annalen der Chemie von Wöhler und Liebig. Bd. 73. S. 269 u. 272.
2) Physiologie von Ludwig. Bd. II. S. 497.
3) Physiologie von *Ludwig*. Bd. II. S. 530.

zu 0,230 Liter Kohlensäure in der Minute, oder 13,8 Liter in der Stunde. Sollte diese Kohlensäure auch nur ⅔ des verbrauchten Sauerstoffes enthalten, und ein ganzes ⅓ zur Bildung von Wasser und andern Oxydationsstufen im Körper verwendet werden, so ergibt sich eine Volumverminderung von 6,9 Litern in einer Stunde. Wenn nun der Luftstrom, in welchem ein Mensch athmet, in der Stunde auch nur 10 Kubikmeter (10,000 Liter) beträgt, so kann man im Ganzen noch nicht um $\frac{1}{10}$ Procent irren, wenn man diese Volumsveränderung vernachlässigt. Der Fehler wird noch viel geringer, wenn der Luftstrom stündlich 20 oder 40 Kubikmeter beträgt.

In diesen Thatsachen erblicke ich ein unbestrittenes Recht, die Aufgabe einfach so zu stellen, dass ermittelt werden soll, um wie viel der Gehalt eines Luftstromes an Kohlensäure und Wasser dadurch vermehrt wird, dass ein Mensch in demselben lebt.

Zwei Fragen drängten sich nun zunächst auf, erstens über die Mittel zur Erzeugung eines beliebig grossen constanten Luftstromes, und zweitens über die Mittel zur genauen Messung desselben. Die erste Frage war leicht zu erledigen; ein paar Saugcylinder mit Klappenventilen, von einer mechanischen Vorrichtung — etwa einem grossen Uhrwerke — beliebig und regelmässig bewegt, durch eine Rohrleitung mit dem Respirationsraume verbunden, mussten hiefür genügend erkannt werden. Liess man den Respirationsraum auf der andern Seite durch entsprechende Oeffnungen frei mit der Atmosphäre communiciren, so war klar, dass ein eben so grosses Luftvolumen auf dieser Seite stets eintreten musste, als auf der andern Seite durch die Saugcylinder weggenommen wurde. Da Saugcylinder mit Klappenventilen wegen nicht zu vermeidender theilweiser Undichtigkeit nicht zu genauen Messungen dienen können, so musste zwischen ihnen und dem Respirationsraume ein Messapparat eingeschaltet werden. Diese zweite Aufgabe fand ich bereits vollkommen gelöst vor. Die nassen Gasuhren, deren Erfindung

wir dem im Fache der Gasindustrie so hoch verdienten und geistreichen *Samuel Clegg* verdanken, genügen nach meinen zahlreichen Erfahrungen, die ich bei Gelegenheit des Holzgases gemacht habe, allen Anforderungen einer continuirlichen genauen Messung eines durch Druck oder Saugen in einer geschlossenen Leitung hervorgebrachten Luftstromes. Es ist hier nicht der Ort, die Gasuhr zu erklären, aber ich kann mir die Bemerkung nicht versagen, dass man in allen technischen Lehr- und Handbüchern, selbst in Specialwerken über Gasbeleuchtung, vergebens nach einer richtigen Vorstellung vom Wesen der Gasuhr sucht. Hier genügt es anzugeben, wie die Genauigkeit ihrer Angabe geprüft und erzielt werden kann. Durch direkte Aichungen mit bekannten Mengen Luft lässt sich jede Messtrommel einer Gasuhr zu einem so genauen Maasse für die durchgehende Luft machen, als man irgend einen cubischen Raum durch sein Volum oder Gewicht Wasser ermitteln kann. Wenn das vom Fabrikanten der Gasuhr einverleibte Zählerwerk auch nicht mit dem wirklichen Luftvolum einer ganzen Trommeldrehung stimmt, so lassen sich die Angaben der Uhr auf Grund einer genauen Aichung doch sehr leicht auf das wirkliche Volum berechnen und berichtigen. Wer bei Siry, Lizars et Comp. in Leipzig, oder bei L. A. Riedinger in Augsburg Gasuhren für ein bestimmtes Maximum des Durchgangs in einer Stunde bestellt, und etwa noch die Bemerkung beifügt, dass sie möglichst genau sein sollen, der wird jeder Zeit Instrumente erhalten, deren Angaben auf $\frac{1}{1000}$ sicher genau befunden werden. Die wesentlichste Bedingung dann, die für eine richtige Messung damit als unentbehrlich bezeichnet werden muss, ist die Erhaltung des gleichen Wasserstandes in der Uhr, wesshalb manche Instrumente hiefür eine eigene selbstwirkende Vorrichtung haben, die das aus der Uhr verdunstete Wasser wieder ersetzt, was jedoch auch sonst leicht zu erzielen ist, z. B. dadurch, dass man den Luftstrom sich mit Wasser sättigen lässt, ehe er in die Gasuhr eintritt, wodurch das Verdunsten von Wasser in der Uhr verhindert wird. Die Construktion und das mechanische Princip

der nassen Gasuhr ist den wenigsten Chemikern und Physikern hinlänglich geläufig, sonst wären diese oder ähnliche Instrumente zur Messung continuirlicher Gasströme längst in den physikalischen, chemischen und physiologischen Laboratorien eingebürgert und in jenen Fällen verwendet, wo es sich nur um eine exakte Messung und nicht zugleich um die vollständige Aufsammlung eines Gases handelt. Jede Gasuhr lässt sich so einrichten, dass sie von dem durch sie gehenden Strome ununterbrochen einen beliebigen für jede Trommelumdrehung stets gleichen Theil in einen Sammelbehälter zur Aufbewahrung bringt, wodurch man in einem verhältnissmässig sehr kleinen Volumen ein absolut richtig verkleinertes Bild vom Vorgang im Grossen erhält. In der hiesigen Gasfabrik ist von Herrn *Schilling* erst vor Kurzem zur Untersuchung des Leuchtgases aus verschiedenen Kohlen eine solche Vorrichtung mit Erfolg in Thätigkeit gesetzt worden. Die Gasuhren verdienen für wissenschaftliche Zwecke sicher mehr beachtet zu werden, als bisher.

Eine der ersten Lebensfragen für den Apparat war es endlich auch, ob man denn die wissenschaftlichen Mittel besitze, die geringe Kohlensäurevermehrung in einem so beträchtlichen Luftstrome durch das Athmen etc. mit der erforderlichen Genauigkeit zu bestimmen. Zwei Wege stehen offen. Man kann versuchen, die ganze Kohlensäuremenge des Luftstromes zu absorbiren und zu bestimmen. Man muss es aber geradezu als eine Unmöglichkeit erklären, einem Luftstrome von nur 10 Kubikmetern in der Stunde so geringe Mengen Kohlensäure so vollständig zu entziehen, dass man nicht um viele Procente der ganzen Grösse fehlen müsste. — Ein zweiter Weg ist, einen entsprechenden Bruchtheil des im Ganzen gemessenen Luftstromes in einer Weise zu nehmen, dass der Bruchtheil genau die Mischung des Ganzen erhält, diesen Bruchtheil aber dann mit jeder möglichen wissenschaftlichen Schärfe auf Kohlensäure zu untersuchen, und das Resultat auf die ganze Luftmenge zu berechnen. Da die Luft, welche in den Apparat einströmt, selbst wenn

es Luft aus dem Freien ist, schon Kohlensäure enthält, die sich in Folge des Athmens und der Hautausdünstung nur vermehrt, so handelt es sich hier wesentlich um Differenzbestimmungen, welche gleichmässig ausgeführt aus dem Grunde leicht Resultate von grosser Genauigkeit liefern, weil alle constanten Fehler eliminirt werden. Man bestimmt z. B. den Kohlensäuregehalt der eintretenden Luft auf gleiche Weise, wie den der austretenden; wie bei einer Wage gleichsam legt man die constanten Fehler ebensowohl auf die eine wie auf die andere Seite, und bringt nur die Differenz in Rechnung. Wenn aber auch solche Differenzbestimmungen die Genauigkeit der Untersuchung wesentlich erhöhen, so war doch noch darüber Gewissheit zu erlangen, bis zu welcher Grenze die Differenz noch genau gefunden wird, denn davon hängt zunächst das Quantum von Luft ab, welches der Untersuchung unterworfen werden muss. Alle bisherigen Erfahrungen beweisen nun aber zur Evidenz, dass es nur dann gelingt, einem Luftstrome die Kohlensäure, sei es durch flüssige oder feste Absorptionsmittel, vollständig zu entziehen, wenn entweder seine Geschwindigkeit oder sein Volumen sehr gering ist. Es ist bekannt, dass man selbst bei ziemlich langen Absorptionsröhren in einer Stunde höchstens 5 Liter Luft durchleiten darf, wenn man noch auf eine vollständige Absorption der Kohlensäure rechnen will. Gegenüber einem Luftstrome von 20000 Litern und mehr in einer Stunde ist man also auf ein sehr geringes Volumen (5 Liter) der zu untersuchenden Probe beschränkt, und jeder bei der Untersuchung gemachte Fehler wird mit 4000 multiplicirt. Ich habe desshalb meine Titrirmethode, die Kohlensäure der Luft durch Kalk- oder Barytwasser zu bestimmen in einer Weise ausgebildet und geschärft, dass, wie ich weiter unten nachweisen werde, $\frac{1}{10}$ Milligramm mehr oder weniger Kohlensäure noch mit unzweifelhafter Sicherheit zum Vorscheine kommt, eine Empfindlichkeit der Methode, welche auch im vorliegenden Falle den Erfolg trotz der kleinen Menge der untersuchten Luft sichert. Nimmt man an, dass in 24 Stunden 500,000 Liter durch den Respirations-

apparat gehen sollen, denen sich in dieser Zeit 600 Gramme Kohlensäure aus der Respiration und Perspiration beimischen, und nimmt man ferner an, dass man von diesen 500,000 Litern nur 100 Liter zur Untersuchung auf Kohlensäure bringt, die man in 500,000 Litern vertheilt noch auf 1 Gramm oder $^2/_{10}$ Procent der ganzen enthaltenen Grösse genau bestimmen will, so hat man sich zu fragen, welche Menge Kohlensäure in 100 Litern Luft noch sicher zu finden ist. Die Antwort liegt in der Proportion: 500,000 Liter Luft : 1 Gramm Kohlensäure = 100 Liter : x Gramm. Hieraus ergibt sich x = 0,0002 Gramm oder $^2/_{10}$ Milligramm. Da die Methode richtig ausgeführt sogar noch $^1/_{10}$ Milligramm sicher erkennen lässt, so konnte man über den Erfolg der Kohlensäurebestimmungen beruhigt sein und sicher auf eine Genauigkeit bis zu $^1/_2$ Procent der ganzen Grösse rechnen, um die es sich handelte. Der Erfolg hat die Richtigkeit dieser Voraussetzungen auch hinlänglich erwiesen, aus weiter unten folgenden Controlversuchen wird ersichtlich werden, dass der Kohlenstoffgehalt einer Stearinkerze, welche im Respirationsapparate bei einem Luftwechsel von 20,000 Litern in der Stunde eine Zeit lang brennt, aus der hiebei entwickelten und durch eine Differenzbestimmung ermittelten Menge Kohlensäure ebenso genau gefunden wird, als durch die Elementar-Analyse. Je empfindlicher eine Wage oder eine Methode ist, desto kleiner darf der Bruchtheil werden, welcher untersucht wird, und von dem aus noch richtig auf das Ganze gerechnet werden kann. In dieser Hinsicht hat es die chemische Analyse schon in manchem Stücke bis auf eine anerkennenswerthe Stufe gebracht; man bedenke z. B., dass durch den ganzen Betrieb einer Münzanstalt jährlich viele Zehntausende von Kilogrammen legirten Silbers und Goldes gehen, von denen kaum ein Hunderttausendstel untersucht oder probirt wird. Trotzdem stimmt die Rechnung von diesen kleinen Bruchstücken oder Proben auf den Betrieb im Grossen so genau, dass es nicht um $^1/_{10}$ Procent im Ganzen fehlen kann. Wenn man einen Gramm Silberlegirung bis auf 1 Milligramm Gehalt genau untersuchen

und 1000 Kilogramme Silberlegirung auf 1 Kilogramm genau wägen kann, so ist man im Kleinen wie im Grossen unzweifelhaft gleich (auf $\frac{1}{10}$ Procent) sicher, ja es ist sogar die Probe mit 1 Gramm viel sicherer, als wenn man 1000 Kilogramme untersuchen würde.

Nachdem ich die wichtigsten Vorfragen bis zu diesem Punkte erledigt hatte, theilte ich meinen Plan Herrn Professor *Freiherrn von Liebig* mit, ihn bittend, denselben mit aller Strenge zu prüfen, ob irgend etwas in ihm liege, was die Ausführung unthunlich erscheinen lassen könnte. Ich sprach auch mit manchen andern Freunden und Collegen darüber, um möglichst viele Einwürfe zu hören. *v. Liebig* erklärte nach reiflichem Ueberlegen, er finde principiell den Plan wohl begründet, und er könne desshalb zur Ausführung desselben nur ermuntern. Es war allerdings zu erwarten, dass auch abgesehen von den bedeutenden Kosten noch zahlreiche Schwierigkeiten zu überwinden kommen würden, ehe allen Voraussetzungen und Anforderungen genügt seyn würde; diess konnte aber nur eine Sache der Ausdauer und der Gewissenhaftigkeit seyn. Die technische Commission der Akademie berichtete durch die wissenschaftliche Commission im Cultusministerium an *Seine Majestät den König*, dass die Ausführung dieses Apparates sicher hoffen liesse, die für Physiologie und Medizin gleich wichtigen Fragen der Respiration im unerlässlichen Zusammenhange mit der Ernährung auf exakte Weise zu lösen; dass aber weder die Akademie, noch eine andere wissenschaftliche Anstalt die Mittel zur Ausführung besässe. *Seine Majestät der König Max II. von Bayern* hat darauf hin in gewohnter Huld und lebendiger Fürsorge für alle wichtigen Interessen der Wissenschaft und Praxis sofort beschlossen, einen solchen Apparat aus seinen Privatmitteln für das physiologische Institut anfertigen zu lassen. Der Apparat ist seit einem Jahre vollendet und nach allen Richtungen erprobt worden. Der erhabene Stifter desselben hat damit dem Fortschritte in der Physiologie und in der Medizin eine neue sichere und bequeme

Bahn eröffnet; möge sie vielfach benützt werden, um neue Ziele damit zu erreichen.

2. Beschreibung des Apparates.

Um eine klare und verständliche Beschreibung des Respirationsapparates, wie er ausgeführt wurde, geben zu können, hat Herr Ingenieur *Friedrich Seidel* bei der obersten Baubehörde dahier die Güte gehabt, eine genaue Zeichnung des Apparates nach der Natur in der sogenannten isometrischen Projektion herzustellen. Den auf 3 Tafeln vertheilten Zeichnungen sind jederzeit die angewandten Maassstäbe beigegeben, damit alle Dimensionen genau bemessen werden können.

Die Bewegung der Luft, die Ventilation des Apparates wird durch die beiden Saugcylinder A und A auf Tafel I bewirkt. Ihre Construktion und ihr Gang ist ohne viel Erklärung aus der Zeichnung selbst verständlich. Die Cylinder werden von der Axe E an zwei entgegengesetzt stehenden Krummzapfen auf- und abgeführt, so dass jeder beim Aufsteigen Luft aus der Röhre D durch ein in B befindliches Klappenventil A saugt, während er beim Niedergehen durch die 4 kleinen Ventile (Kautschukplatten) b im Deckel des Saugcylinders die angesaugte Luft ausstösst, indem sich beim Niedergehen das Ventil in B in Folge des entgegengesetzt wirkenden Luftdruckes schliesst. An den Krummzapfen der Axe E sind Schlitze angebracht, um die Hubhöhe der Saugcylinder verändern zu können.

Die Axe E macht in einer Minute gewöhnlich 10 Umdrehungen. Durch das abwechselnde Auf- und Niedergehen der beiden Saugcylinder wird ein Luftstrom durch den Apparat erzeugt, welcher (siehe Tafel II) durch die Spalten und Oeffnungen der Thüre L der aus Eisenblech und Glas construirten Kammer K ein-, und durch die Klappen b (Tafel I) austritt. Aus der Kammer geht die Luft an der der Thüre L

gegenüberliegenden Seite unten und oben durch die Röhren a und b, welche sich bei c in das Rohr M (das Untersuchungsrohr) vereinigen. Von da geht die Luft bei d in den Befeuchtungsapparat F. Dieser ist mit grossen Bimssteinstücken gefüllt, die durch öfteres Aufgiessen von Wasser durch den Trichter feucht erhalten werden, damit sich die darüberströmende Luft mit Wasserdunst sättige, und kein oder doch nur sehr wenig Wasser mehr aus der Gasuhr entführe, in welche die Luft durch die punktirt sichtbar gemachte Röhre bei f ein- und durch D, was nach den Saugcylindern führt, austritt. Alle Luft, welche aus der Kammer K nach D gelangt, muss nothwendig durch die grosse Gasuhr H gehen, und dort eine ihrem Volumen entsprechende Drehung der Messtrommel verursachen. Der Werth dieser Drehungen wird an den 6 kleinen Zifferblättern abgelesen. Um den Gang der Ventilation im Apparate auch controliren zu können, wenn man während eines Versuches nicht zugegen war, ist eine sogenannte Controluhr angebracht, deren Viertelstundenzeiger mit einem Bleistifte auf einer Papierscheibe die zu verschiedenen Zeiten durch die Gasuhr gegangenen Luftmengen bemerklich macht. Diese Einrichtung, welche fast in allen grösseren Gasfabriken sich findet, ist wesentlich, um sich vor fehlerhaften Versuchen zu schützen, in so ferne man nicht immer zugegen sein kann.

Dass an der Thüre L der Kammer K genau so viel Luft eintritt, als aus der Gasuhr nach dem Rohr D entweicht, ist selbstverständlich, vorausgesetzt, dass nicht in Folge von Undichtigkeiten die Luft auch an andern Punkten, als an der Thüre Zutritt hat. Undichtigkeiten an der Kammer haben keinen nachtheiligen Einfluss auf die Genauigkeit des Versuches, denn durch jede vorhandene Oeffnung wird die gleiche Luft wie durch die Thüre eintreten; aber vom Beginn des Untersuchungsrohres M anfangend bis nach D muss die ganze Leitung luftdicht schliessen. Um diesen Theil der Leitung darauf zu untersuchen, schliesst man die Ableitungsrohre aus der Kammer a und b, indem man Glasschei-

ben mit Klebwachs luftdicht über die Mündungen in der Kammer kittet, und leitet längere Zeit Leuchtgas in das Untersuchungsrohr M durch einen seiner Ansätze ein. Das Leuchtgas geht durch die Gasuhr H, sobald man es durch den Hahn an der Röhre D auf Tafel I entweichen lässt. Nachdem man sich überzeugt hat, dass alle Luft so weit ausgetrieben ist, dass keine Explosion mehr zu befürchten ist, sucht man mit einem Lichte alle undichten Stellen auf. Wo eine solche ist, wird Gas austreten, das sich entzünden lässt. Auf diese Art gelingt es leicht, jede Undichtigkeit zu beseitigen.

Das auf der Untersuchungsröhre M befestigte Manometer g zeigt selbst bei einem Luftwechsel von 60 Kubikmetern in der Stunde noch keine merkliche Differenz im Stande des Wassers in beiden Schenkeln, sondern es ist nur ein beständiges Zittern der Wassersäule bemerklich, ein augenscheinlicher Beweis, dass sich die durch den Saugapparat aus der Kammer gezogene Luft durch die vorhandenen Oeffnungen sofort in jedem Augenblicke wieder ersetzt. Man kann desshalb mit Sicherheit annehmen, dass die Luft im Apparate den gleichen Barometerstand mit der umgebenden freien Atmosphäre hat.

Dass von in der Kammer entwickelten Dämpfen trotzdem keine Spur durch Diffusion nach aussen in den Luftraum, in welchem K steht, entweichen kann, lässt sich sehr einfach dadurch beweisen, dass man, so lange die Saugcylinder im Gange sind, im Innern der Kammer K penetrant riechende Dämpfe entwickelt, und an den Spalten und Oeffnungen der Thüre beobachtet, ob von dem Geruche etwas wahrzunehmen ist. Der Erfolg zeigt, dass die Geschwindigkeit der an sämmtlichen Oeffnungen einströmenden Luft unter allen Umständen grösser ist, als die Geschwindigkeit der Diffusion.

Um die Ventilation im Apparate zu vermehren oder zu vermindern,

dient zunächst die verschiedene Hub*höhe* der Saugcylinder. Ausserdem kann die Hub*zahl* in gleichen Zeiten durch die Geschwindigkeit der Axe E Tafel I verändert werden. Die Geschwindigkeit von E hängt aber lediglich von dem Regulirungsapparate G ab. Dieser ist seinem Wesen nach nichts weiter, als ein kräftiges Uhrwerk, dessen Fallgewicht F in einem Bande ohne Ende mit einem leichtern Gegengewicht K auf der andern Seite jedes in einer Rolle hängt, und durch die Axe von H über die Riemenscheibe M in der Richtung des Pfeiles aufgezogen wird, während es auf der danebenliegenden Scheibe N in entgegengesetzter Richtung mit einer constanten Geschwindigkeit wieder hinabfällt, welche von der Summe der zu überwindenden Widerstände und der Gewichtsdifferenz von F und K abhängt. Diese Gewichtsdifferenz treibt die Axe von O, welche ihre Bewegung durch einen Riemen auf E überträgt. An der Axe P, welche gleichfalls von O aus getrieben wird, befindet sich zur Erzielung eines gleichmässigen Ganges ein Windflügel. Es ist klar, dass eine ungleichmässige Bewegung in H die gleichmässige Bewegung von O und E so lange nicht stören kann, als die Gewichte schweben, d. i. so lange F fallen kann. Wird F in M mehr aufgezogen, als es in N fällt, so geht nur M schneller als N und das Gewicht steigt herauf, im umgekehrten Falle sinkt F hinab, die Geschwindigkeit von N bleibt aber in beiden Fällen gleich, bis das Gewicht F auf dem Boden seines etwa 5 Fuss hohen Schachtes aufsteht.

Die Saugcylinder und der Regulirapparat wurden zuerst ausgeführt, und der zu ihrer Bewegung erforderliche Kraftaufwand $\frac{1}{10}$ Pferdekraft entsprechend gefunden. Ich habe lange überlegt und gefragt, welche Kraft man auf H sollte wirken lassen, um das Gewicht F fortwährend aufzuwinden und dadurch in der Schwebe zu erhalten, ob Menschen-, Wasser- oder Dampfkraft? Calorische Maschinen würden sich in diesem Falle wegen des grossen Lärmens, den ihr Gang verursacht, nicht geeignet haben. Nach vielem Bedenken und Berechnen musste eine Dampfmaschine immer-

hin noch als die sicherste, ruhigste und wohlfeilste Triebkraft, wenn sie 24 Stunden ununterbrochen wirken sollte, anerkannt werden. Es wurde eine Dampfmaschine von 2 Pferdekräften mit den jetzt üblichen nöthigen Zuthaten angeschafft, was den Apparat allerdings wesentlich vertheuerte. An der auf Tafel I sichtbaren gewöhnlichen Dampfmaschine ist eigentlich nichts, was einer Erklärung bedürfte, als die Regulirvorrichtung für den zum Kolben tretenden Dampf. In s neben dem Cylinder W befindet sich ein Drosselventil, welches von der Rolle R des Regulirapparates aus bewegt wird. Die Bewegung der Rolle R hängt vom Stande der Gewichte F und K ab, welche an den schmalen Bändern r, die um die Rolle R gewunden und auf ihr befestiget sind, ihrem Steigen und Fallen entsprechend drehen. Die Axe von R dreht dann im selben Sinne durch einen konischen Kamm die Stange t, und diese bewegt durch eine weitere Uebersetzung die Hebel u, deren Bewegung zuletzt das Drosselventil in s folgt. Das Drosselventil lässt bei der Hälfte der Drehung, deren es überhaupt fähig ist, den meisten Dampf einströmen. Man stellt desshalb die durch Schlitze verstellbaren Hebel u so, dass die grösste Dampfmenge einströmen kann, wenn das Gewicht F etwa gleich hoch mit dem Gewichte K steht. Bei dieser Stellung des Dampfventiles geht die Maschine am schnellsten; sie wird die Axe M schneller bewegen, als das stets gleiche Gewicht F die Axe N bewegt, und F wird dadurch in die Höhe steigen. Da aber K um eben so viel hinabsteigt, drehen die Bänder r auch die Rolle R, und diese das Drosselventil in s. Ehe das Gewicht F über die Oberfläche seines Schachtes herausgehoben werden kann, ist das Ventil in s ganz geschlossen und verlangsamt sich schon vorher allmälig der Gang der Dampfmaschine. Fällt nun F wieder auf der Rolle N mehr hinab, als es auf M gehoben wird, so öffnet sich in dem Maasse auch wieder das Dampfventil in s und bewirkt eine schnellere Bewegung der Maschine. Diese Regulation des Dampfes ganz im Sinne des bewegenden Uhrwerkes wurde bei Herrn *Riedinger* in Augsburg ausgedacht und ausgeführt, und

hat sich als vortrefflich bewährt. Die Saugcylinder gehen trotz aller Schwankungen der Spannung im Dampfkessel so regelmässig und gleich, dass die Luftmenge, welche binnen 24 Stunden bei verschiedenen Versuchen durch den Apparat geht, oft nur um ein paar Kubikfuss differirt.

In dem Maasse, als Luft in der Kammer des Apparates ein- und austritt, muss sie auch fortlaufend untersucht werden. Es ist für das Gelingen der Bestimmung der Kohlensäuredifferenz der ein- und abströmenden Luft von fundamentaler Bedeutung, dass vom Anfang bis zum Ende ein stets gleicher Bruchtheil des Ganzen zur Untersuchung genommen wird, denn nur dadurch ist beim unvermeidlichen Wechsel der äussern Umstände während der ganzen Dauer eines Versuches die Möglichkeit einer richtigen Bestimmung gegeben. Die zur Untersuchung genommene Luft muss unter allen Umständen ein absolut richtig verkleinertes Bild von der Beschaffenheit der ganzen Luftmenge zu allen Zeiten des Versuches darstellen. So einfach die Aufgabe erscheint, so schwierig zeigte sie sich bei der Lösung. Ich versuchte anfangs alle bekannten Arten von Aspiratoren, aber entweder war der Erfolg sehr mangelhaft, oder sie bedurften einer fortwährenden Ueberwachung oder sie leisteten nur für kurze Zeit Dienste, und waren zu Versuchen auf 24 Stunden nicht brauchbar. Es ist auch eine höchst schwierige Aufgabe, solche Saugapparate, die viele Verbindungsstellen haben, luftdicht zu machen, oder sie 24 Stunden lang luftdicht zu erhalten. Zuletzt musste ich sogar die Erfahrung machen, dass eine kohlensäurefreie Luft von einem Aspirator langsam durch mehrere Röhren gesogen in Folge von Diffusion kohlensäurehaltig wird, indem der Zug des Aspirators dem Streben der Diffusion von aussen nach innen an allen Verbindungsstellen zu Hilfe kommt. Man bringt eine Luft nur ganz kohlensäurefrei, und kann sie so erhalten, wenn man sie durch mehrere Absorptionsapparate, die auf gewöhnliche Art verbunden sind, durch *drückt*, anstatt zu saugen, weil nur dann der Diffusion durch den Druck der

Luft von innen nach aussen entgegengewirkt wird. Darin wesentlich scheint mir das schon von Mehreren beobachtete Räthsel seine Erklärung zu finden, dass Luft noch so oft mit Kalkwasser gewaschen, auch in der letzten Flasche stets noch etwas kohlensauren Kalk nach einiger Zeit erkennen lässt, wenn es auch äusserst geringe Mengen sind.

Ich kam nach mannigfachen Plackereien mit Aspiratoren auf den Gedanken, von der Bewegung des Luftstromes im Ganzen, von den Saugcylindern A Tafel I auch die Bewegung eines ähnlichen, aber verhältnissmässig sehr kleinen Apparates für die analytischen Zwecke ausgehen zu lassen. Ich construirte 2 kleine Pumpen, um die Luft, so lange sie noch ihre Kohlensäure enthält, zu *saugen*, und sie dann zur Absorption derselben durch ein System von Röhren zu *drücken*. Diese 2 kleinen Saug- und Druckpumpen werden von der am Krummzapfen des Saugcylinders A befestigten Stange q bewegt, welche durch einen Schlitz in der Mauer nach dem nächsten Zimmer geht, wo (siehe Taf. II) die Respirationskammer und die grosse Gasuhr steht. Bei jeder Bewegung des Saugcylinders A zieht und schiebt die Stange q an der Axe w. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, wie diese Bewegung auf die Stange x, und durch diese auf die kleinen Pumpen wirkt. Da der Maassstab von Tafel II für diesen Theil des Apparates zu klein ist, so sind zur grössern Deutlichkeit diese Pumpen mit Zugehör auf Tafel III in grösserem Maassstabe gezeichnet. Dort sieht man, wie die Stange x auf den Stützpunkt z wirkt. Die Bewegung ist durch punktirte Linien angedeutet. Die kleinen Glascylinder a und b werden durch den Zug der Stange x niedergedrückt, und gehen beim Schub derselben in Folge der Wirkung der Gegengewichte c und d in die Höhe.

Die Einrichtung der Pumpen ist nun folgende: Der Glascylinder e ist bis auf ein paar Centimeter von seinem Rande mit Quecksilber gefüllt. In das Quecksilber werden 2 U-förmig gebogene Röhren gestellt, dass sie über dem Quecksilber münden. An ihren äussern Enden werden

sie durch den auf dem Gefässe e befindlichen Messingdeckel gehalten, welcher aus 2 Theilen besteht und durch einen von unten nach oben geschobenen Ring fest geklemmt wird. Die U-förmig gebogenen Röhren communiciren einerseits frei unter sich in dem kleinen Glascylinder b, anderseits sind sie mit den Fläschchen f und k durch kurze Kautschukröhren verbunden. Diese beiden Fläschchen sind durch einen Kautschukpfropf verschlossen, der von 2 Röhren durchbohrt ist, von denen die eine bis nahe auf den Boden des Fläschchens geht, und durch eine kurze Quecksilberschichte abgesperrt ist. Drückt man nun den Glascylinder b nieder, so wird die in ihm enthaltene Luft durch das Quecksilber im Fläschchen g entweichen, während sie in f abgesperrt bleibt; zieht aber das Gegengewicht d den Cylinder b in die Höhe, so kehrt sich der Luftdruck um, und sperrt im Fläschchen g, während die Luft durch die Röhre im Quecksilber von f eintritt. Auf diese Art hat man eine Saug- und Druckpumpe, in welcher die Ventile und der Kolben nahezu keine Reibung verursachen, und doch absolut luftdicht schliessen, weil sie aus flüssigem Quecksilber bestehen. Sie sind den Sicherheitsventilen nachgebildet, die in den chemischen Laboratorien längst gebraucht werden, um bei Gasentwicklungen etc. das Zurücksteigen von Flüssigkeiten in die Retorte sicher zu verhindern. (Mohr's Lehrbuch der pharmazeutischen Technik S. 232 Figur 181.) So lange die Hubhöhe von b gleich bleibt, wird auch bei jeder Bewegung die gleiche Menge Luft angesaugt und fortgedrückt werden.

Wie aus Tafel II ersichtlich ist, saugt die Pumpe a ihre Luft aus einer möglichst engen Glasröhrenleitung, welche über die Respirationskammer weg nach der Thüre L geht, wo sie sich nach zwei Seiten derselben abzweigt. Die Pumpe a saugt somit bei jedem Hube einen Bruchtheil der Luft, wie sie in den Apparat einströmt. Die Pumpe b saugt in gleicher Weise aus dem Untersuchungsrohre M einen Bruchtheil der Luft, wie sie aus der Respirationskammer fortgeht. Beide Pumpen gehen in jeder Minute 10 mal, und man stellt die Hubhöhe so, dass jeder Hub zwischen

8 und 9 Cub.-Cent. Luft fördert. Man erhält also in jeder Minute 10 Proben der ein- und 10 Proben der abströmenden Luft, und dadurch gewiss ein richtig verkleinertes Bild von der Beschaffenheit derselben im Ganzen.

Von den Pumpen aus wird die Luft nun weiter durch ein System von Röhren nach den beiden kleinen darüberstehenden Gasuhren h (Tafel II) gedrückt, wo sie kohlensäurefrei und mit Wasserdunst gesättigt anlangt und nachdem sie gemessen worden ist, entweicht. In jeder Gasuhr sowohl in den kleinen h, als in der grossen H steckt ein in $\frac{1}{10}$ Grade getheiltes Thermometer, um die Reduktionen der Volume für gleiche Temperatur und Dunstdruck vornehmen zu können. Es genügt, die Thermometer während eines Versuches alle 2 Stunden zu beobachten.

Von dem Fläschchen g (Tafel III) aus geht die Luft durch den Hahn h, der mit Hilfe eines Zeigers beliebig und sehr fein gestellt werden kann, dann durch die Röhre i, in welcher sich mit Wasser befeuchteter Bimsstein befindet, dann in kleinen Blasen, deren Grösse durch den Stellhahnen h geregelt werden kann, durch die einen Meter lang mit Barytwasser gefüllte Röhre k. Um die etwa noch vorhandenen Reste von Kohlensäure, welche in k noch nicht absorbirt worden sind, noch sicher zu gewinnen, geht die Luft nochmal in feinen Blasen durch ein mit Barytwasser gefülltes kürzeres Rohr l, wonach sie durch die kleine Gasuhr h entweicht. Das Barytwasser in der Röhre l ist selbst nach 24 Stunden noch klar, und von der Kohlensäure von 130 bis 140 Litern Luft gelangt während dieser Zeit in der Regel nicht 1 ganzer Milligramm in die zweite Röhre l.

Die Barytwasserröhren k und l liegen in mit Kautschuk und Kork gefütterten messingenen Haltern, und können durch Zeiger, Gradbogen und Stellschrauben in einer gewissen Schräge constant erhalten werden. Von der Schräge hängt es ab, dass die einzelnen Luftblasen mit der

erforderlichen Geschwindigkeit fortrücken, ohne sich zu grösseren Blasen zu vereinigen. Durch die Bewegung der Gasblasen wird ganz augenscheinlich auch eine beständige Mischung des Barytwassers erzielt.

Will man auch den Wassergehalt der ein- und abströmenden Luft untersuchen, so müssen zwischen dem Stellhahnen h und der Röhre i gewogene Röhren mit Bimsstein und Schwefelsäurehydrat gefüllt eingeschaltet werden.

Das Spiel dieses Untersuchungsapparates bleibt sich 24 Stunden lang so gleich, wie der Gang der grossen Saugcylinder A, von denen er ja seine Bewegung erhält [1]).

3. Titrirung des Barytwassers.

Anfänglich habe ich mich zur Absorption der Kohlensäure des Kalkwassers bedient. Das Kalkwasser kann wegen der geringen Löslichkeit des Kalkhydrats auf 1 Kubikcentimeter nicht viel mehr als 1 Milligramm Kohlensäure sättigen, während bei längerer Dauer des Versuches und grösseren Mengen Kohlensäure eine grössere Stärke sehr wünschenswerth wäre, um die Anwendung zu grosser Volume Flüssigkeit zu vermeiden. Dann ist der entstehende kohlensaure Kalk anfangs immer amorph, in diesem Zustande in Wasser löslich und reagirt alkalisch, wie die einfach kohlensauren Alkalien. Erst wenn er krystallinisch geworden ist, verliert er die Löslichkeit in Wasser und mit dieser die alka-

---

1) Im Laufe der Untersuchungen hat sich gezeigt, dass für manche Fälle noch eine dritte Untersuchungspumpe nothwendig ist, z. B. wenn man während eines Versuches fortlaufend den Gehalt einer Luft an Ammoniak oder an Kohlenwasserstoffen u. s. w. ermitteln will. Eine dritte solche Pumpe wurde einfach mit einer der Vorhandenen gekuppelt.

lische Reaktion. (Sitzungsberichte der k. bayerischen Akademie der Wissensch. 1860 Heft III S. 291.) Bei einem grösseren Ueberschuss von Aetzkalk bleibt der kohlensaure Kalk länger amorph und im Kalkwasser gelöst, als in einem schwachen Kalkwasser. Aus diesen Gründen habe ich das Kalkwasser für immer gegen Barytwasser vertauscht. Es hat sich ferner ergeben, dass die alkalische Reaktion gleicher Aequivalente Baryt und Kalk ungleich stark auf Curcumapapier reagiren, Baryt stärker als Kalk. Es ist überhaupt merkwürdig, dass sowohl in der Reihe der Alkalien als der alkalischen Erden manche Eigenschaften mit der Grösse der Aequivalente wachsen. Wenn man in gleichen Mengen Wasser äquivalente Mengen Kali- und Natron-Hydrat löst, so ist die Kalilösung eine schärfer wirkende Lauge, als die Natronlösung, bräunt Curcumapapier intensiver etc., obwohl beide durch gleiche Mengen Säure neutralisirt werden. Ganz analog sind auch die physiologischen Wirkungen der Salze, z. B. von Chlormagnesium, Chlorcalcium, Chlorbarium, von Jod-Natrium und Jod-Kalium etc.

Zur Bereitung verschieden starker Barytwasser hält man sich entweder gesättigtes Barytwasser oder krystallisirtes Barythydrat vorräthig. Für einen 24stündigen Versuch bringe ich in die langen Röhren k ein Barytwasser, von welchem 30 Cubik. Centimeter etwa 90 Milligramme Kohlensäure zur Sättigung brauchen, und in die kurzen Röhren l eines, von welchem 30 Cub. Cent. etwa 30 Milligramme Kohlensäure erfordern. Solche Stärken erhält man, wenn man im erstern Falle auf 1 Liter destillirtes Wasser 21 Gramme krystallisirtes Barythydrat, im zweiten Falle auf 1 Liter Wasser 7 Gramme Barythydrat nimmt. Man thut gut, die Barytwassermischungen in Flaschen aufzubewahren, aus denen es mit genau calibrirten Saugpipetten aus einem Heberrohre mit Quetschhahn ausgesogen werden kann, während die dafür eintretende Luft über Bimsstein geht, der zur Absorption der Kohlensäure mit concentrirter Kalilauge befeuchtet ist. Der Gehalt ändert sich dann nur sehr allmählig.

Um das Barytwasser zu titriren dient eine verdünnte Oxalsäure, welche in 1 Liter Wasser 2,8636 Grammen reine krystallisirte Oxalsäure enthält, die nicht verwittert sein, aber auch kein freies Wasser enthalten darf. Ersteres erkennt man mit einer Loupe, gegen Letzteres sichert man sich, indem man sie ein paar Stunden über Schwefelsäure stellt. Es ist nicht gut, sich einen zu grossen Vorrath der Lösung zu machen, da eine so verdünnte Oxalsäure leicht schimmelt. 1 Cub. Cent. dieser Lösung entspricht genau 1 Milligramme Kohlensäure, und wenn man weiss, wie viele Cubikcentimeter dieser Oxalsäurelösung man zum Neutralisiren eines Barytwassers gebraucht, so weiss man auch, wie viele Milligramme Kohlensäure man dazu nöthig gehabt hätte.

Man misst 30 Cub.-Cent. Barytwasser in ein Glaskölbchen und lässt aus einer in $\frac{1}{5}$ Cubikcentimeter getheilten und genau controlirten *Mohr'*-schen Messröhre mit Quetschhahn und *Erdmann'*schem Schwimmer die Oxalsäure allmählig zufliessen, die Flüssigkeit zeitweise gut schüttelnd, während man die Oeffnung des Kölbchens mit dem Daumen verschliesst.

Den Index bei der Titrirung bildet das Verschwinden der alkalischen Reaktion auf Curcumapapier. Das hiefür taugliche Curcumapapier muss mit kalkfreiem, ungeleimten, schwedischen Filtrirpapier und Curcumatinktur gemacht werden. Der zur Bereitung der Curcumatinktur verwendete Weingeist muss ganz säurefrei sein. Das frische, nasse Curcumapapier muss in einem dunklen Raume oder bei Nacht getrocknet, und vor direktem Lichte geschützt aufbewahrt werden. Es darf keine zu dunkle Farbe haben, es soll citronengelb sein.

Wenn der grösste Theil des Barytes neutralisirt, und nur mehr äusserst geringe Mengen vorhanden sind, so dass ein *eingetauchtes* Curcumapapier keine Bräunung mehr zeigt, so bildet sich noch ein brauner Ring, wenn man einen Tropfen Flüssigkeit mit einem Glasstabe aufhebt und auf Curcumapapier legt. Der Tropfen wird von seiner Peri-

pherie aus vom Papiere eingesogen, seine ganze alkalische Wirkung concentrirt sich desshalb in der Peripherie. Das Zustandekommen dieses Ringes ist so deutlich und empfindlich, dass man die Wirkung von $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. Oxalsäurelösung, d. i. von $\frac{1}{10}$ Milligramm Kohlensäure noch mit aller Bestimmtheit sehen kann. Gegen das Ende der Neutralisation darf man die Tropfen natürlich nicht zu klein nehmen. Um auf $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. Flüssigkeit sicher einstellen zu können, ist der Erdmann'sche Schwimmer in der Messröhre unentbehrlich.

Kennt man den Gehalt eines Barytwassers noch nicht annähernd, so prüft man zuerst eine kleine Menge z. B. von 5 Cub.-Cent. Damit findet man annähernd den Gehalt auch für 30 Cub.-Cent., und untersucht nun diese genauer. Man nähert sich dem wahrscheinlichen Gehalte sofort bis auf 1 oder $\frac{1}{2}$ Cub.-Cent. Oxalsäure, ehe man einen Tropfen zur Probe aushebt; dann titrirt man fertig, indem man je nach der Stärke der noch sichtbaren alkalischen Reaktion, die man bald richtig schätzen lernt, mit $\frac{1}{5}$, zuletzt mit $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. vorwärts geht. Zur Controle nimmt man dann abermals 30 Cub.-Cent. desselben Barytwassers; zur scharfen Bestimmung dieser Probe gibt die vorausgegangene Bestimmung eine sehr sichere Unterlage. Zwei so Proben von 30 Cub.-Cent. Barytwasser stimmen stets auf $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. Oxalsäurelösung, d. i. auf $\frac{1}{10}$ Milligramm Kohlensäure genau überein, vorausgesetzt, dass nicht bei der ersten Probe zu viele Tropfen zur Prüfung weggenommen worden sind, so lange die Flüssigkeit noch sehr alkalisch war: in einem solchen Falle gibt dann die zweite Probe stets einen entsprechend höheren Gehalt, der als der richtige anzunehmen ist.

Die Methode gewährt somit jedenfalls eine Sicherheit, die von keiner Wage mehr zu erwarten wäre. Hat man für 30 Cub.-Cent. Barytwasser 90 Cub.-Cent. Oxalsäurelösung oder 90 Milligramme Kohlensäure nöthig, so findet man also noch $\frac{1}{900}$. Um was nach beendigtem Ver-

suche eine bekannte Menge Barytwasser weniger Oxalsäure zum Neutralisiren braucht, um das ist es bereits von Kohlensäure aus der durchgeströmten Luft neutralisirt worden.

Da diese alkalische Reaktion so sehr empfindlich ist, so ist mit aller Sorgfalt darauf zu achten, dass weder an den Glaskolben, noch an Glasstäben, noch an der Hand, noch in der Luft alkalisch reagirende Stoffe sich befinden. In einem Zimmer, in dem starker Tabakrauch ist, ist es schlechterdings unmöglich, Barytwasser richtig zu titriren, da das kohlensaure Ammoniak des Tabakrauches merkliche Fehler verursacht. Manchmal beobachtet man auch, dass alkalische Staubtheilchen (z. B. Holzasche) sich in der Luft oder auf dem Papiere befinden, indem innerhalb der Wirkungssphäre eines Tropfens alkalisch reagirende Punkte sichtbar werden, ohne dass in der Peripherie desselben ein zusammenhängender Ring entsteht.

Sehr ist auch darauf zu achten, dass das Barytwasser keine Spur Aetzkali oder Aetznatron enthalte, die geringsten Mengen davon machen bei Gegenwart von kohlensaurem Baryt die Titrirung unmöglich, da sich die neutralen oxalsauren Alkalien mit den kohlensauren alkalischen Erden umsetzen zu oxalsaurem Kalk oder Baryt und kohlensaurem Kali oder Natron. (S. Sitzungsberichte der bayr. Akad. d. Wiss. 1860 Heft III S. 291.) Sobald desshalb eine Spur von kohlensaurem Baryt in der Flüssigkeit suspendirt ist, — und dieser Fall ist immer vorhanden, wenn ein Barytwasser zur Absorption von Kohlensäure gedient hat und nicht filtrirt worden ist — reagirt bei Gegenwart der geringsten Spuren von Kali oder Natron die Flüssigkeit in Einem fort alkalisch, weil das mit Oxalsäure neutralisirte Alkali sich sofort mit dem kohlensauren Baryt wieder umsetzt. Ein erneuter Zusatz von Oxalsäure verwandelt das kohlensaure Alkali wieder in oxalsaures. Die Flüssigkeit ist einen Augenblick neutral, bis beim Schütteln mit Luft die Kohlensäure

entweicht, und etwa noch vorhandener kohlensaurer Baryt das oxalsaure Alkali wieder in kohlensaures Alkali verwandelt. Man erkennt diese Fälle leicht daran, dass eine Spur alkalischer Reaktion nach mehrmaligem Zusatz von Oxalsäure immer wieder auftritt, ohne schwächer zu werden. Wenn man ein Barytwasser auf einen etwaigen Gehalt an Aetzkali etc. prüfen will, ermittelt man dessen Gehalt an einer völlig klaren Probe, dann an einer zweiten, der man etwas präcipitirten reinen kohlensauren Baryt beisetzt. Die zweite Probe darf nicht mehr Oxalsäure zur Neutralisation erfordern, als die erste. Erfordert sie mehr, so ist eine Spur ätzendes Alkali vorhanden. Glücklicher Weise ist diesem Uebelstande dann auch leicht zu begegnen, man setzt einem solchen Barytwasser etwas Chlorbarium zu, es bildet sich Aetzbaryt und eine entsprechende Menge Chlormetall des Alkali, welches die Reaktion nicht weiter stört. Um zu zeigen, wie empfindlich die geringsten Mengen ätzender oder kohlensaurer Alkalien wirken, diene folgender Fall. Professor Dr. *Voit* und ich haben eine grosse Reihe demnächst erscheinender Untersuchungen über die Respiration des Hundes gemeinschaftlich ausgeführt, und haben uns bei den Titrirungen stets gegenseitig controlirt. Ich hatte eben eine Probe Barytwasser titrirt, welches zu einem Versuche gedient hatte, das also kohlensauren Baryt suspendirt enthielt. *Voit* machte zur Controle eine zweite Probe von dem nämlichen Barytwasser, konnte aber am Ende eine sehr schwache alkalische Reaktion, die sonst auf 1 oder 2 Zehntel-Cubikcentimeter Oxalsäure verschwand, nicht mehr zum Verschwinden, oder auch nur zum Abnehmen bringen, nachdem er schon viel mehr Oxalsäure verbraucht hatte, als ich. Er hatte zuvor mit Kalilauge gearbeitet, und es blieb, obwohl er sich sorgfältig die Hände gewaschen hatte, an der Haut des Daumens, womit man die Mündung des Probekölbchens beim Schütteln und Mischen der Flüssigkeit verschliesst, doch so viel Kali haftend, dass es genügte, die alkalische Reaktion nicht mehr verschwinden zu lassen, was aber nach Zusatz von etwas Chlorbarium auf $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. Oxalsäure gelang. Eine dritte Probe, die

wieder ich machte, stimmte auch wieder vollständig mit der von mir gemachten ersten Probe überein.

4. Beschreibung eines Versuches.

Wenn die Dampfspannung in dem zur Maschine gehörigen Dampfkessel auf dem Manometer ¾ oder 1 Atmosphäre zeigt, ist hinlänglich Kraft zur Bewegung vorhanden. Man öffnet dem Dampfe sofort den vollen Weg vom Kessel zum Kolben, jede weitere Regulirung dem Uhrwerke G auf Tafel I überlassend. Da das in s befindliche Drosselventil geschlossen ist, sowohl wenn das schwerere Gewicht F auf dem Boden des Schachtes aufsteht, als auch wenn dasselbe ganz oben ist, so muss für den Anfang der Hebel u von Hand mit der an ihm befindlichen Handhabe so gestellt werden, dass das Drosselventil in s dem Dampfe die grösste Oeffnung darbietet. Eine im Ansatzpunkte der Handhabe befindliche Feder gestattet eine solche Stellung. Sobald in Folge des schnellen Ganges der Maschine das Gewicht F über die Hälfte seines Weges gehoben ist, ist die Wirkung der Feder durch die Drehung der Stange t aufgenommen. Von nun an kann man Dampfmaschine, Regulirapparat und Saugcylinder 24 Stunden lang sich selbst überlassen. Es bedarf nur zeitweise unterm Dampfkessel zu heizen, und an der Maschine zu schmieren, was jeder gewöhnliche Arbeiter besorgen kann. Sobald sich die Saugcylinder in Bewegung setzen, strömt die Luft im nächsten Zimmer (Tafel II) in den Apparat an der Thüre L ein, und durch die Deckel der Saugcylinder (Tafel I) durch die Klappen b aus. Zugleich mit den Saugcylindern setzen sich die beiden kleinen Untersuchungspumpen a und b auf Tafel III in Bewegung, deren Luft aber einstweilen noch durch die Stellhahnen h entweicht, von denen die Kautschukröhren, die sie mit i verbinden, abgenommen sind.

Indem man etwa eine halbe Stunde vor Beginn des eigentlichen Versuches den Apparat im Gange lässt, wechselt die in der Kammer be-

findliche Luft. Man benützt diese Zeit, das Barytwasser in die Röhren k und l zu füllen, die vorher gut trocken gemacht sein müssen. Man stellt die Röhren nahezu horizontal, und bringt mit einer 45 Cub.-Cent. haltenden Pipette in die langen Röhren k starkes, in die kurzen schwaches Barytwasser. Die beiden Röhren k sind wohl gleich lang, aber nicht gleich weit; in die eine, welche zur Untersuchung der Luft aus dem Inneren des Apparates dient, kommen 135 Cub.-Cent., während in die andere für die äussere Luft nur 90 Cub.-Cent. kommen. Beide Röhren k aber werden von der entsprechenden Menge Flüssigkeit bis zu gleicher Länge (1 Meter lang) erfüllt. In den Röhren muss etwa noch 10 Cub.-Cent. Steigraum für die Lufblasen sein. In die unter sich ganz gleich grossen kurzen Röhren l kommen in jede 90 Cub.-Cent. schwächeres Barytwasser. Die Kautschukpfröpfe werden luftdicht aufgesetzt, die Röhren unter sich und mit den kleinen Gasuhren, deren Zifferblätter zuvor auf Null gestellt werden, luftdicht verbunden, und zuletzt in die gehörige Schrägstellung gebracht. Hiedurch kann man auch beobachten, ob die Pfröpfe von k und l luftdicht schliessen, ob sich nämlich die durch die Schrägstellung entstandene Niveaudifferenz der Flüssigkeit nicht mehr ausgleicht. Alle übrigen Theile der Leitung für die zu untersuchende Luft können vor oder nach einem Versuche auf ihre Dichtigkeit untersucht werden, theilweise durch die Wirkungen von Druck oder Saugen, theilweise dadurch, dass man bekannte Volume Luft durch sie nach den kleinen Gasuhren leitet, und beobachtet, ob man Verluste hat oder nicht. Die Erfahrung hat gezeigt, dass der luftdichte Schluss unter den gegebenen Umständen mit Leichtigkeit zu erzielen und zu erhalten ist.

Der Versuch beginnt, sobald das zu untersuchende Individuum die Kammer K betritt. In diesem Augenblicke wird der Stand der grossen Gasuhr und die Stundenuhr aufgeschrieben. So schnell als möglich darnach werden die Kautschukröhren auf die Stellhahnen h h Tafel III auf-

gesetzt, und von diesem Augenblick an geht ein Bruchtheil sowohl der Luft, welche an der Thüre L der Kammer K (Tafel II) in diese eintritt, als auch von jener Luft, welche aus K durch M abströmt, durch den Untersuchungsapparat, um in den Röhren k und l die Kohlensäure vollständig abzugeben, und zwar ununterbrochen, so lange der Versuch dauert, in stets gleichem Takte.

Wenn der Versuch im Gange ist, bestimmt man die Gehalte des verwendeten Barytwassers, des stärkeren und des schwächeren. Man macht von jedem 2 Proben mit 30 Cub.-Cent., die um kein $\frac{1}{10}$ Cub.-Cent. Oxalsäurelösung differiren dürfen. Dann hat man bis zur Beendigung des Versuches eigentlich nichts mehr zu thun, wenn man nur die Gesammtmenge der ausgeschiedenen oder entwickelten Kohlensäure bestimmen will, denn der Heizer, die Maschine und die Apparate besorgen alles Uebrige. Will man übrigens auch die Schwankungen im Kohlensäuregehalte der Luft zu verschiedenen Zeiten kennen lernen, so dient dazu die Saug- und Druckpumpe N auf Tafel II. Man nimmt mit ihr Luft aus dem Untersuchungsrohre M, und drückt sie in die calibrirte Flasche O, die 6 bis 7 Liter fasst. Man wäscht mit Luft aus M die Flasche O so lange aus, bis man sicher sein kann, nun wirklich nur mehr Luft aus M in ihr zu haben. Um aber diese Luft nicht für die Messung des ganzen Luftstromes in H zu verlieren, führt man sie aus O wieder in M ein, aber an einer Stelle, wo sie keine Aenderung mehr auf die Zusammensetzung der Luft ausüben kann, welche von der kleinen Quecksilberpumpe zur fortlaufenden Untersuchung aus M gezogen wird. Die aus M in O gebrachte Luft wird dann mit Barytwasser ganz ähnlich auf Kohlensäure untersucht, wie ich es im Wesentlichen schon bei einer andern Gelegenheit (Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden. München 1838. Cotta'sche Buchhandlung S. 1 bis 18) beschrieben habe. Wenn diese Art der Bestimmung auch nicht die absolute Schärfe hat, wie sie durch den Apparat auf Tafel III erzielt wird, so lässt sie doch

mit grosser Sicherheit erkennen, in welchem Maasse zu verschiedenen Zeiten des Versuches eine relative Vermehrung oder Verminderung der Kohlensäure sich zeigt.

In dem Befeuchtungsapparate F Tafel II muss hie und da Wasser aufgegossen werden. Den Grad der Befeuchtung der Luft kann man an einem Psychrometer beobachten, welches neben F bei e in der Leitungsröhre luftdicht eingepasst ist.

Alle 2 Stunden müssen die Thermometer an der grossen Gasuhr H in dem Rohre D, und ebenso an den beiden kleinen Gasuhren h abgelesen und aufgeschrieben werden. Ich habe sie Anfangs in viel kürzern Zwischenräumen beobachtet, aber die Praxis hat ergeben, dass 2 Stunden eben so genaue Durchschnitte liefern als 10 Minuten. Scheint die Sonne ins Lokal, so müssen die Gasuhren vor den Strahlen derselben geschützt werden, am Einfachsten durch Niederlassen dichter Fenstervorhänge. Die Thermometerablesungen können jedem gewissenhaften Menschen übertragen werden, nachdem man ihn einige Zeit darin geübt und controlirt hat.

Will man den Versuch zu einer bestimmten Zeit unterbrechen, so schliesst man eine halbe Minute zuvor den Dampf von der Maschine ab. Die Bewegung des Saugapparates geht dann erfahrungsgemäss noch eine halbe Minute fort, bis das schwere Gewicht F auf dem Boden des Schachtes angelangt ist. In dem Augenblick, als der Luftstrom im Apparate stille steht, hören mit den grossen Saugcylindern auch die Untersuchungspumpen zu arbeiten auf.

Sobald diese stille stehen, notirt man die Zeit, wann der Versuch sein Ende nahm, und lässt das Versuchsindividuum die Kammer verlassen. Dann liest man den Stand der grossen Gasuhr und der beiden kleinen Gasuhren ab. Vier kleine Kolben mit guten Kautschukpfröpfen hat man in Bereitschaft, welche das Barytwasser aus den Röhren k und

l eben zu fassen vermögen. Der Hals der Kolben muss so weit seyn, dass die Pipette zur Herausnahme der zu titrirenden Proben eingeführt werden kann. Auch ist es gut, die Kolben nicht überflüssig gross zu wählen und sie zuvor an einem offenen Fenster mit einem Glasrohre so auszusaugen, dass sie sicher gleichmässig mit frischer, möglichst kohlensäurearmer Luft gefüllt sind. Nachdem man die Röhren k und l (Tafel III) horizontal gestellt, nimmt man die Verbindungen auseinander, entleert das Barytwasser in die bereit gehaltenen und genau bezeichneten Kölbchen und verschliesst sie luftdicht mit einem Kautschukpfropfe.

Um beim Titriren möglichst wenig kohlensauren Baryt in die Flüssigkeit zu bekommen, lässt man den Niederschlag zuvor gut absitzen, und saugt aus dem klaren Theil eine Pipette von 30 Cub.-Cent. voll, verschliesst das Saugrohr vorläufig mit der Zunge, hebt die Pipette aus dem Kölbchen, und stellt erst dann auf den Theilstrich der Pipette scharf ein, nachdem man die Ausflussröhre mit einem Finger der einen Hand so lange verschlossen hielt, bis man die Pipette mit der andern Hand wie gewöhnlich gefasst, und mit einem Finger das Einsaugrohr bedeckt hat. Will man sogleich nach dem Ansaugen mit einem Finger, und nicht zuerst und vorläufig mit der Zunge verschliessen, so wird der Niederschlag von kohlensaurem Baryt stets stark aufgewühlt werden. Merkliche Mengen Niederschlag finden sich nur in den Röhren k, am meisten natürlich in der für die innere Luft. Die Röhren l bleiben meist ganz klar, wenn der Versuch auch 24 Stunden dauert.

Vom Barytwasser aus den Röhren k macht man zur Ermittlung des beiläufigen Gehaltes zuerst eine Probe von nur 5 Cub.-Cent., dann erst titrirt man zweimal 30 Cub.-Cent. Von dem verwendeten Barytwasser bleibt ein Theil an den Wandungen der Röhren hängen, und was neben den zu titrirenden Proben übrig bleibt, kann zum Ausspülen der Pipetten benützt werden. Nach meiner Erfahrung genügt es, eine Pipette für

30 Cub.-Cent. zweimal mit 8 bis 10 Cub.-Cent. desjenigen Barytwassers auszuspülen, welches man titriren will.

Die Titrirungen sind bei gutem Tageslicht vorzunehmen, da der Unterschied zwischen gelb und rothbraun auf dem Curcumapapier gegen das Ende der Reaktion einer guten Beleuchtung bedarf, um bis zur äussersten Grenze wahrgenommen zu werden.

5. Berechnung eines Versuches.

Die in der grossen Gasuhr und in den beiden kleinen Gasuhren gemessenen Luftmengen müssen, um genau vergleichbar zu sein, auf gleiche Temperatur und Feuchtigkeit gebracht werden. Hiezu dienen die zweistündigen Thermometerbeobachtungen. Unter den gegebenen Verhältnissen kann die Luft bei der beobachteten Temperatur auch als mit Feuchtigkeit gesättigt angenommen werden. Ich beobachte in einer Reihe von Versuchen ein Psychrometer, welches in der Leitung an der Stelle angebracht war, wo die Luft aus der grossen Gasuhr ins Rohr D (Tafel II) übergeht. Die Differenz zwischen dem trockenen und feuchten Thermometer betrug nie mehr als 1, meistens nur einige $\frac{1}{10}$ Grade der Celsius'schen Skala. Diese Differenz, welche trotz des Befeuchtungsapparates F und des Wassers in der Gasuhr noch bleibt, kann vernachlässiget werden, der Fehler beträgt nicht $\frac{1}{10}$ Procent im Durchschnitt. Der Barometerstand wirkt ohnehin auf alle Messapparate gleich. Da die beiden kleinen, nebeneinander stehenden Gasuhren stets fast gleiche Temperatur zeigen, so bringt man die Angabe der grossen Gasuhr auf die Temperatur und die derselben entsprechende Feuchtigkeit der beiden kleinen Gasuhren, wozu ich stets die *Bunsen*'schen Tafeln gebrauche Die Temperatur in der grossen Gasuhr ist namentlich im Winter oft bedeutend (5 bis 6 Grade) niedriger, als in den kleinen, weil der Befeuchtungsapparat F und die grosse Wassermasse in H viel langsamer

die Temperatur des beheizten Raumes annehmen als h. Zur Berechnung des Einflusses des Dunstdruckes auf das Volumen genügt es, den mittlern Barometerstand des Ortes ein für allemal zu Grunde zu legen. Ich habe für München 715 Millimeter angenommen, und berechne, wie vielmal $\frac{1}{715}$ des Volums zugezählt oder abgezogen werden muss.

Eine kleine Unrichtigkeit in der vergleichenden Messung der Luftproben und des ganzen Stromes liegt in dem Umstande, dass die untersuchte Luft kohlensäurefrei, die gesammte Luftmasse aber sammt ihrer Kohlensäure gemessen wird. Diese Unrichtigkeit liesse sich durch Rechnung ausgleichen, aber theils die Rechnung, theils die Genauigkeit der Controlversuche beweisen, dass eine solche Correktion bei der Kleinheit der Grösse überflüssig ist. Zudem ist es ein Fehler im entgegengesetzten Sinne des vorigen, wo die nicht völlige Sättigung des Luftstromes mit Wasserdunst vernachlässiget wird. Es mögen sich Beide in der Mehrzahl der Fälle compensiren.

Man berechnet zunächst, wie viel Gramme Kohlensäure nach dem Resultate der Titrirungen 1000 Liter der eintretenden und 1000 Liter der austretenden Luft enthalten haben. Man rechnet bis einschlüssig zur 4. Dezimalstelle, also bis auf $\frac{1}{10}$ Milligramm. Dazu hat man ein Recht, weil man auch noch $\frac{1}{10}$ Milligramm durch Titrirung bestimmt hat. Zieht man den Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft von dem der abströmenden Luft ab, so erhält man eine Differenzzahl, welche ausdrückt, um wie viel je 1000 Liter Luft an Kohlensäure zugenommen haben. Wenn man nun weiss, wie viel Liter durch die grosse Gasuhr gegangen sind, so weiss man auch, wie viel Kohlensäure darin enthalten ist.

Einer besonderen Berechnung unterliegt noch der Inhalt der Respirationskammer, d. i. die Luft, welche wohl in den Apparat eingetreten, aber noch nicht durch das Untersuchungsrohr und die Gasuhr gegangen

ist. Man kennt den Inhalt der Kammer, er beträgt nach Abzug des Fussbodens und der Möbel 12 Kubikmeter oder 12000 Liter. Eine gewisse Gleichmässigkeit in Entwicklung der Kohlensäure vorausgesetzt, wird die Menge der zuletzt in der Kammer entwickelten und zurückgebliebenen Kohlensäure proportional sein der Kohlensäure in der durch die grosse Gasuhr gegangenen Luft, wenn man sie auf ein um 12000 Liter kleineres Volumen berechnet, denn die anfänglich in der Kammer befindlichen 12000 Liter sind einer Verdünnung, einer Verringerung der Differenz im Kohlensäuregehalte gleich zu achten. Sind z. B. 500000 Liter durch die grosse Gasuhr gegangen, und berechnen sich dafür aus der Differenz im Kohlensäuregehalte der äussern und innern Luft 500 Grammen, also auf 1000 Liter 1 Gramm Kohlensäure, so fragt man sich, wie viel noch in 12000 Litern in der Kammer enthalten ist, wenn in 500000 minus 12000, d. i. in 380000 Litern 500 Grammen gefunden worden sind. In diesem Falle wären also 500 und 15,8 Gramme Kohlensäure entwickelt worden. Ich habe meinen Freund und Collegen Prof. Dr. *Seidel* gebeten, diesen Calcul auf seine mathematische Berechtigung zu prüfen, und von ihm die Versicherung erhalten, dass der ihm anhaftende Fehler bereits verschwindend klein wird, sobald nur so viel Luft durch die grosse Gasuhr gegangen ist, dass die Menge 5 mal den Inhalt der Kammer ausmacht. Ich habe Anfangs bei den Controlversuchen die in der Kammer bleibende Luft auf eine umständliche und mühsame Weise eigens untersucht; es hat sich aber ergeben, dass die direkte Bestimmung der Kohlensäure in der Kammer und die durch diese Rechnung gefundene Menge stets übereinstimmten, wenn der Versuch überhaupt stimmte.

Wenn man will, kann man auch noch die Kohlensäuremenge addiren, welche der Luft entspricht, welche aus dem Untersuchungsrohre M zur Bestimmung des Kohlensäuregehaltes verwendet worden ist. Da diese Menge aber selbst in 24 Stunden noch lange keinen Gramm Kohlensäure beträgt, so habe ich sie stets ausser Acht gelassen.

6. Controlversuche.

Alle theoretischen Untersuchungen und Betrachtungen für sich allein wären nicht im Stande gewesen, mich über die Leistungen eines Apparates zu beruhigen, der als wissenschaftliches Messinstrument alle bisher üblichen Dimensionen so sehr überschreitet. Schon beim Entwurfe des Planes hatte ich mir vorgenommen, durch Controlversuche auf rein praktischem Wege die Fehlergränzen des Apparates zu ermitteln. Das geeignetste und der Respiration am nächsten kommende Mittel der Controle schien mir, einen kohlenstoffhaltigen Körper von bekanntem Kohlenstoffgehalte während des Versuches in diesem Luftstrome zu verbrennen, und zu untersuchen, wie weit die theoretisch berechnete und die praktisch gefundene Menge Kohlensäure zusammenstimmen. Am geeignetsten zu einer solchen Verbrennung ist wohl eine gute Stearinkerze, die in ruhiger Luft ohne allen Russ und Rauch verbrennt. Ich wählte zuletzt eine Sorte (4 Stücke in einem Packet) aus der von Beck'schen Fabrik in München. Theils ich, theils mein Assistent Herr *Büller* machten eine Reihe von Kohlenstoffbestimmungen mit solchen Kerzen. Das Mittel der um 1 bis 2 Zehntelprocente differirenden Analysen ergab 76,6 Procente Kohlenstoff[1]). Der Docht einer Stearinkerze macht kein Procent vom Gewichte aus, und der Fehler, der dadurch entsteht, dass ein Gewicht Docht um $\frac{1}{3}$ weniger Kohlenstoff als ein gleiches Gewicht Stearin enthält, kann ganz vernachlässiget werden.

Bei diesen Controlversuchen war das Anzünden der Kerze in der Kammer gleich bedeutend mit dem Eintritte eines lebenden Objektes bei einem wirklichen Respirationsversuche. In dem Augenblicke, wo der

---

1) Bei frühern Versuchen hatte ich oft Stearinkerzen von viel höherem Kohlenstoffgehalte, 78½ Procente und darüber. Der Kohlenstoffgehalt der Stearinkerzen schwankt mit der Menge Cocostalg oder Wachs, welche der reinen Stearinsäure zugesetzt wird.

Versuch unterbrochen wurde, wurde auch die Kerze gelöscht. Da die Kerzen vor und nach dem Versuche gewogen wurden, so wusste man, wie viel Stearin verbrannt war; aus der Elementaranalyse des Stearins war bekannt, wie viel Kohlenstoff und wie viel Kohlensäure das verbrannte Stearin entsprach. Dauerte der Versuch länger, als 1 Kerze brennen konnte, so waren 2 oder mehr gewogene Kerzen in der Kammer aufgestellt, die nach und nach einzeln angezündet und ausgelöscht wurden. Das Anzünden und Auslöschen konnte durch die drehbare Rosettenöffnung in der Thüre L Tafel II bewerkstelliget werden, ohne die Thüre selbst zu öffnen.

Hier folgt die schematische Aufschreibung eines Versuches:

Versuch Nr. 1.

	Stunde.	Minute.	Tag.	Monat und Jahr.	Nahrung und Getränke des Versuchs-Objektes und sonstige Bemerkungen.
Anfang des Versuches	Vorm. 10	—	14	März 1861	Controlversuch mit einer Stearinkerze. Nach der Elementaranalyse enthielt das Stearin 76,6 Procent Kohlenstoff.
Ende „ „	Abends. 7	42	14	„ „	
Stand der Gasuhr zu Ende 552369					Beim Versuch verbrannten 103,725 Grm. Stearin,
„ „ „ „ Anfang 545750					= 79,3 „ Kohlenst. =290,7 „ Kohlens.
			Engl. Kubikfusse.		Kohlensäure in der durchgeströmten Luft 270,8 Gr.
Durchgeströmte Luftmenge . .			6619		Rückständige Kohlensäure in der Kammer . 18,2 „
Correktion für Temperatur . .			96,6		
„ „ Wasserdunst . .			25,6		
Gesammtmenge			6741,2		Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure . 289,0 „
In Litern ausgedrückt			190878,7		Darin enthaltener Kohlenstoff 78,8 „

Gehalt des Barytwassers in den langen Röhren vor dem Versuche 30,3
" " " " " kurzen " " " " 30,3

Untersuchung der einströmenden Luft.					Untersuchung der abströmenden Luft.				
Untersuchte Luftmenge 47,3 Liter.					Untersuchte Luftmenge 49,7 Liter.				
Barytwasser.	Inhalt in Cub.Cnt.	Gehalt nach dem Versuche *).	Kohlensäure in Milligr.	Kohlensäure in 1000 Litern in Grammen.	Barytwasser.	Inhalt in Cub.Cnt.	Gehalt nach d. Versuche	Kohlensäure in Milligr.	Kohlensäure in 1000 Litern in Grammen.
Lange Röhre	90	20.8	28,5		Lange Röhre	135	9,5	93,6	
		20,8		0,6342			9,5		2,0523
Kurze Röhre	90	29,8	1,5		Kurze Röhre	90	27,5	8,4	
		29,8	30,0				27,5	102,0	

Kohlensäuredifferenz in 1000 Litern der ein- und abströmenden Luft 1,4181 Gramme.
" " 1000 " " rückständigen Luft in der Kammer . . . . 1,5133 "

Thermometer an den Gasuhren nach Celsius.

Zeit der Beobachtung.	Kleine Gasuhren		Grosse Gasuhr	
	a.	b.	trockenes Th.	feuchtes Th.
12 Uhr	14,8	14,6	10,6	10,4
2 "	15,4	15,2	11,2	10,7
4 "	15,4	15,2	11,3	10,5
6 "	15,4	15,4	11,4	10,5
7 " 40 Minut.	14,8	14,8	11,1	10,5
Mittel	15,16	15,02	11,1	10,5

*) Unter Gehalt des Barytwassers versteht man immer die Anzahl von Cubik-

Ich will hier noch eine Anzahl von Controlversuchen folgen lassen, welche in fortlaufender Reihe mit denselben Kerzen gemacht worden sind, um zu zeigen, wie weit die Sicherheit des Apparates durchschnittlich geht. Statt in allen Einzelheiten, wie beim Versuche 1, theile ich die Uebrigen gleich im Resultate mit, indem ich noch bemerke, dass jede vorgekommene Rechnung controlirt worden ist.

2. Der Versuch dauerte 7 Stunden 34 Minuten. Es verbrannte
81,6 Grammen Stearin = 229,1 Grm. Kohlensäure.
Durch den Apparat gingen
154251 Liter Luft mit 210,3 „ „
In der Kammer blieben zurück
12000 „ „ „ 17,7 „ „
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure 228,0 „ „

3. Der Versuch dauerte 10 Stunden. Es brannten gleichzeitig 2 Kerzen. Es verbrannten 210,2 Grm. Stearin = 590,3 Grm. Kohlensäure.
Durch den Apparat gingen 330945 Liter Luft mit 569,0 „ „
In der Kammer blieben zurück 12000 „ „ „ 21,4 „ „
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure 590,4 „ „

4. Der Versuch dauerte 10 Stunden. Es verbrannte 102,8 Grm.
Stearin = 288,7 Grm. Kohlensäure.
Durch den Apparat gingen 187210 Liter Luft mit 267,7 „ „
In der Kammer blieben zurück 12000 „ „ „ 18,3 „ „
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure 286,0 „ „

Centimetern Normalsäure, d. i. von Milligrammen Kohlensäure, welche 30 Cubik-Centimeter Barytwasser zur Sättigung erfodern.

5. Der Versuch dauerte 10 Stunden. Es brannten gleichzeitig 2 Kerzen. Es verbrannten 215,9 Grm. Stearin = 606,4 Grm. Kohlensäure.

Durch den Apparat gingen 185049 Liter Luft mit	567,3	"	"
In der Kammer blieben zurück 12000 " " "	39,3	"	"
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure	606,6	"	"

Stellt man diese 5 Versuche, welche in fortlaufender Reihe gemacht worden sind, zusammen, und vergleicht die Mengen Kohlensäure, welche aus dem verbrannten Stearin berechnet, und durch den Versuch wirklich gefunden worden sind, so wird sich daraus die durchschnittliche Genauigkeit der ganzen Methode ergeben.

	Berechnet.	Gefunden.
I.	290,7	289,0
II.	229,1	228,0
III.	590,3	590,4
IV.	288,7	286,0
V.	606,4	606,6
Summa	2005,4	2000,0

Die berechneten Mengen verhalten sich durchschnittlich zu den gefundenen wie 100 : 99,7. Der grösste Fehler, der sich zeigt (Versuch IV) beträgt nicht einmal ein ganzes Procent, während die durchschnittliche Genauigkeit sich zu $\frac{3}{10}$ Procent ergibt. Auf eine grössere durchschnittliche Genauigkeit können nur wenige Methoden der analytischen Chemie Anspruch machen, und es kann dieser Respirationsapparat, obwohl er die Form einer kleinen menschlichen Wohnung hat, und zu seinem Betriebe eine Dampfmaschine braucht, doch mit vollem Rechte darauf Anspruch machen, unter die Reihe der exakten wissenschaftlichen Messapparate eingereiht zu werden. Bei den Versuchen an Menschen und Thieren, zu denen der Apparat seither schon vielfach benützt wor-

den ist, sind Fälle vorgekommen, die Controlversuchen ähnlich sind, man hat z. B. in der Nahrung eine gewisse Menge Stärke durch ihr Aequivalent Zucker ersetzt, wodurch die Kohlenstoffmenge der Nahrung unverändert blieb, was auch mit der ausgeathmeten Kohlensäure der Fall sein musste.

An einem Menschen wurde z. B. zweimal die Ausscheidung von Kohlensäure im Hunger untersucht. Jedem Versuche gingen die gleichen Umstände, gleiche Ernährung, gleiches Körpergewicht, gleiches Befinden vorher; es war also mit Sicherheit auch eine gleiche Menge Kohlenstoff in den Ausscheidungen durch Haut und Lungen zu erwarten. Jeder Versuch dauerte 24 Stunden. Das Befinden im Apparat, der Schlaf während der Nacht war beidemal sehr gut. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Versuchen war die Temperatur der Luft, die um mehr als 9° differirte.

Beim ersten Versuche gingen durch den Apparat 516239 Liter Luft bei 25° C. mit	647,5	Grm.	Kohlensäure.
In der Kammer waren in den rückständigen 12000 Litern Luft noch enthalten	15,4	„	„
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure	662,9	„	„

Beim zweiten Versuche gingen durch den Apparat 496588 Liter Luft bei 16,4° C. mit	647,5	Grm.	Kohlensäure.
In der Kammer waren in den rückständigen 12000 Litern Luft noch enthalten	16,0	„	„
Gesammtmenge der gefundenen Kohlensäure	663,5	„	„

Beim ersten Versuche war die Temperaturdifferenz zwischen der grossen Gasuhr und den kleinen 2° C., beim zweiten nur 0,2° C., das erste Mal war mehr, das zweite Mal weniger Luft durchgegangen, was

von Schwankungen in der Reibung des Bewegungsapparates abhängt, in Folge davon die Saugcylinder einmal unmerklich schneller oder langsamer gehen, — die Differenz im Kohlensäuregehalte der ein- und abströmenden Luft war beide Mal eine ganz andere, — aber trotzdem ergab sich das Endresultat, die in 24 Stunden ausgeschiedene Menge Kohlensäure für beide Versuche gleich.

Hiemit dürfte die Frage über die Genauigkeit und Brauchbarkeit des Apparates erledigt sein, der in kleinerem Maassstabe, für kleinere Thiere, selbst für Pflanzen ausgeführt, eben so sichere Resultate geben wird, wie im Grossen. Die Dimensionen können aber auch noch grösser, als im gegenwärtigen Falle genommen werden, ohne *die Genauigkeit* zu beeinträchiigen, wenn nur die Differenz im Kohlensäuregehalte der ein- und abströmenden Luft nicht gar zu klein wird.

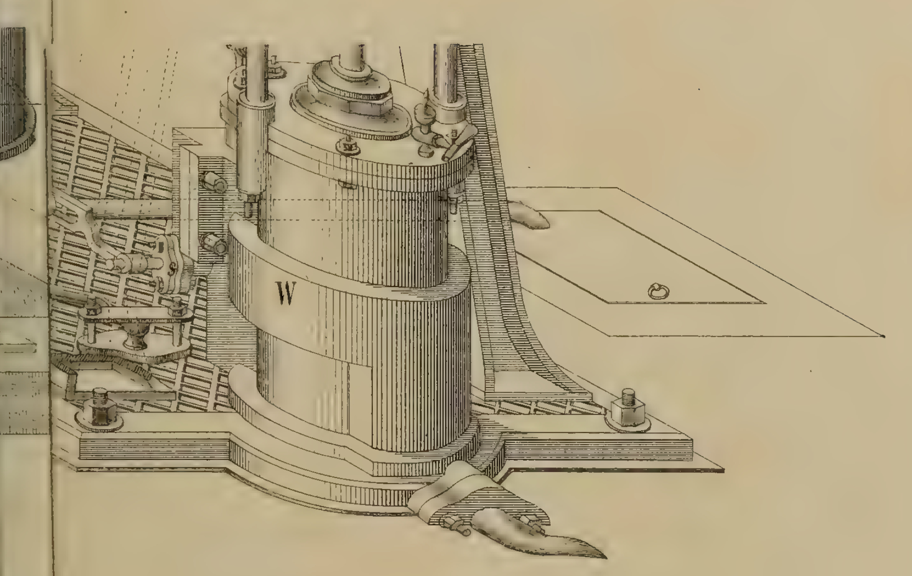
Der hier angewendete Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure der Luft eignet sich vor allen bisher angewendeten auch ganz vorzüglich zur Bestimmung dieses Gases und seiner Schwankungen in der freien atmosphärischen Luft. Ich habe gefunden, dass eine Luft nie ganz kohlensäurefrei wird, wenn man sie mit geringer Geschwindigkeit und während längerer Zeitdauer durch ein System von Absorptionsröhren saugt, in welchen auch nur die geringste Gelegenheit zur Diffusion gegeben ist, oder nur eine Spur von Undichtigkeit vorhanden ist; dass aber beide Fehlerquellen verschwinden, sobald man anstatt wie bisher mit Aspiratoren zu *saugen,* mit einer Quecksilberpumpe die Luft durch*drückt.* Dieser kleine Umstand ist für die exakte Bestimmung sehr kleiner Mengen Kohlensäure von grosser Wichtigkeit. Auf dem von mir eingeschlagenen Wege gelingt es leicht, die Kohlensäure vollständig aus einer atmosphärischen Luft zu entfernen. Als Beweis sei hier am Schlusse noch ein Versuch erwähnt, der lediglich zur Entscheidung dieser Frage angestellt worden ist:

Während 7 Stunden 42 Minuten wurden von einer Quecksilberpumpe 38,3 Liter atmosphärische Luft durch 3 aufeinanderfolgende mit Barytwasser gefüllte Röhren gedrückt. In jeder Röhre befanden sich 90 Cubikcentimeter Barytwasser. Dieses hatte vor dem Versuche einen Gehalt von 30,4. Nach dem Versuch war der Gehalt desselben

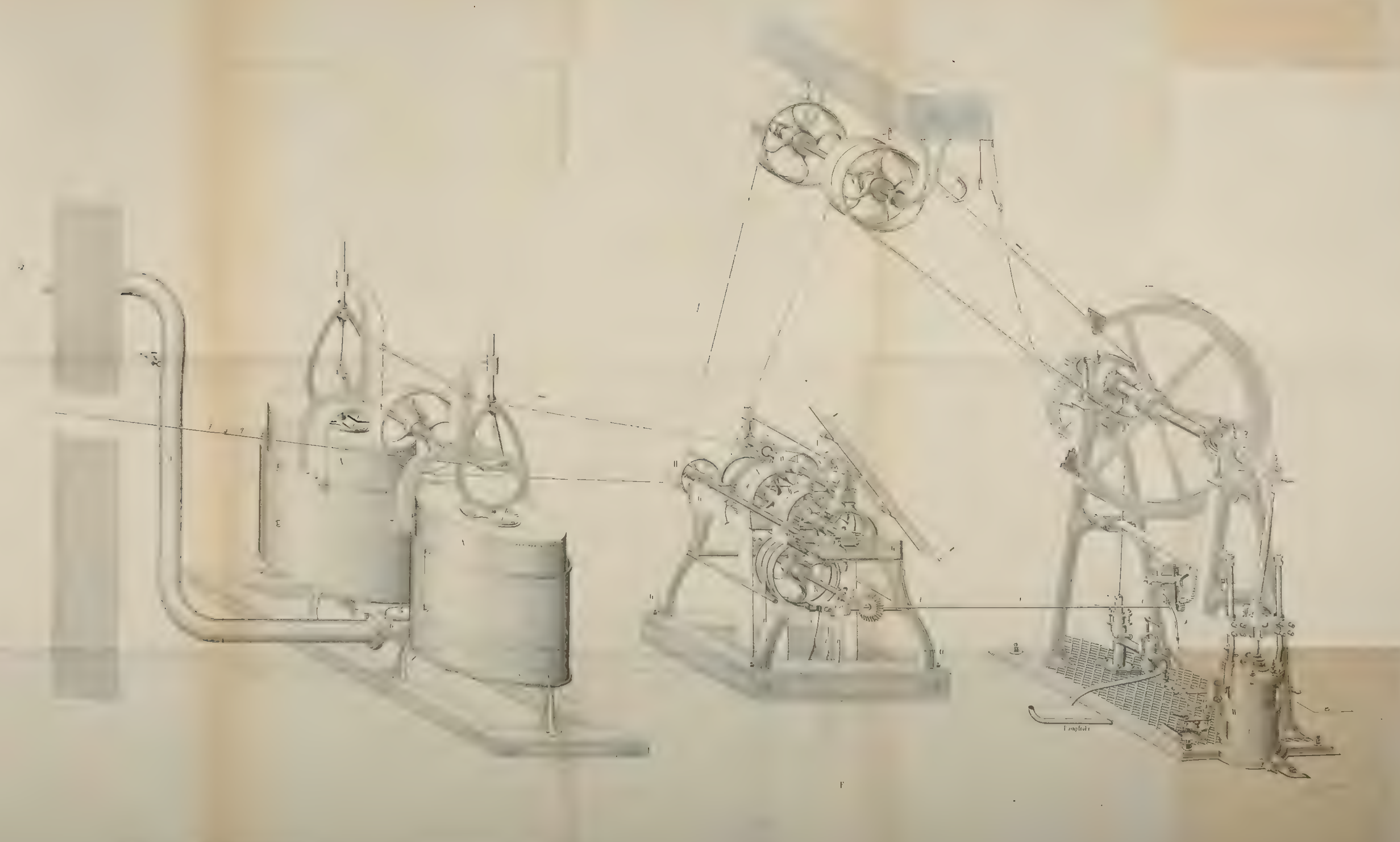
in der ersten Röhre 23,6
„ „ zweiten „ 30,2
„ „ dritten „ 30,4.

Jede Gehaltsbestimmung wurde 2mal mit genau übereinstimmendem Resultate gemacht. Man ersieht daraus, dass in der dritten Röhre wirklich keine Kohlensäure mehr anlangte.

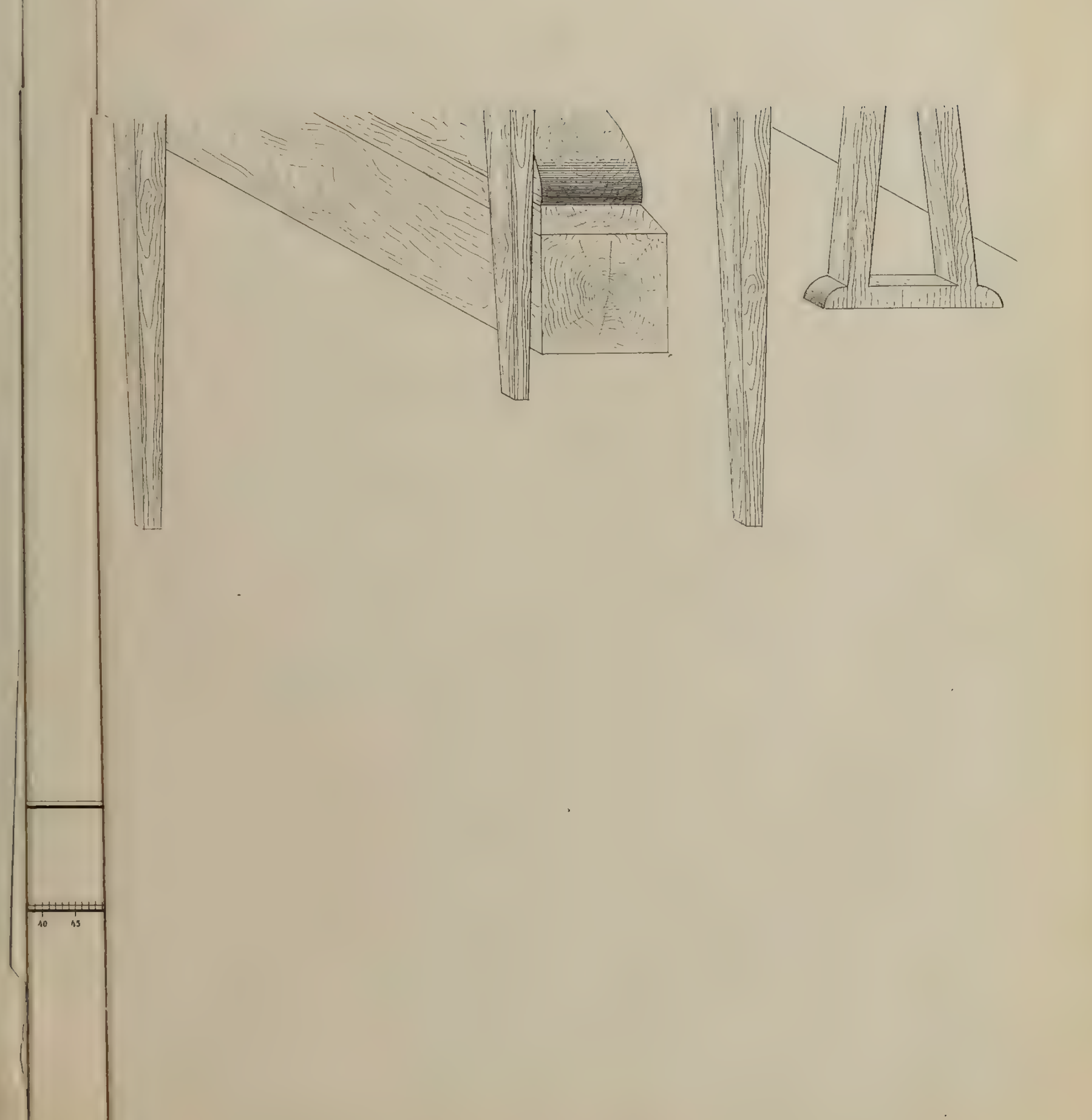
Taf. I.



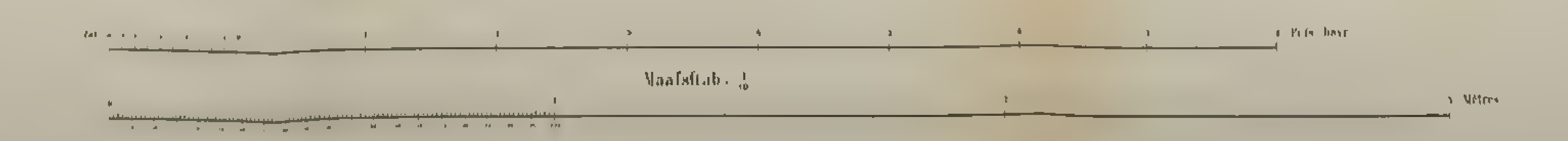
Aufg. v. F. Seidel.



Tafel II.



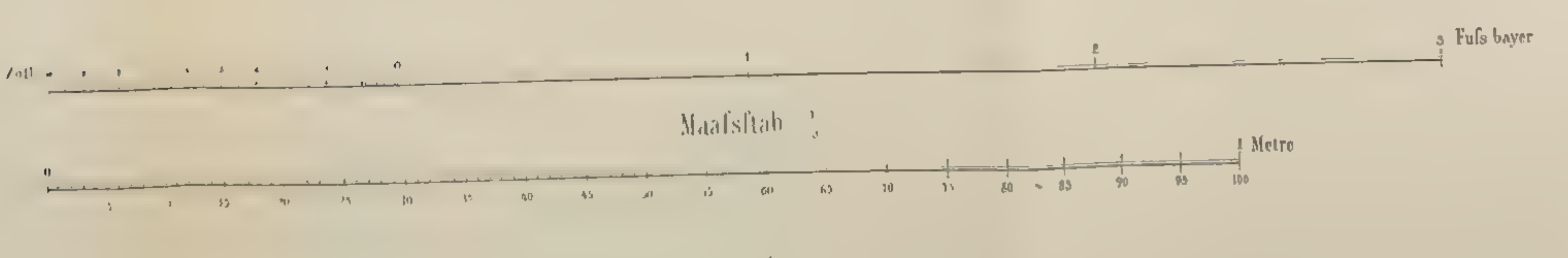
Dr Max Pettenkofer





85
90
95

Abhandlungen der k. b. Akademie der Wissenschaften II Cl. IX Bd. II Abtheil.



Lith. Anst. v. Dr. C. Wolf u. Sohn.

Monographie der fossilen Fische

aus den

lithographischen Schiefern Bayerns.

Bearbeitet

von

Dr. Andreas Wagner.

Erste Abtheilung:

Plakoiden und Pyknodonten

(mit 4 Tafeln).

Monographie der fossilen Fische aus den lithographischen Schiefern Bayern's,

bearbeitet

von

Dr. A. Wagner.

Erste Abtheilung: Plakoiden und Pyknodonten.

Einleitung.

Unter allen Klassen urweltlicher Thiere, welche Ueberreste in den lithographischen Schiefern Frankens und der angrenzenden Theile von Niederbayern und der Oberpfalz (gewöhnlich als die fränkischen Schiefer bezeichnet) zurückgelassen haben, ist die der Fische sowohl nach der Zahl ihrer Arten und Individuen, als auch nach der trefflichen Erhaltung ihrer Exemplare die ausgezeichnetste. Wenn uns bei den Reptilien häufig nur Fragmente oder bei den Insekten (mit Ausnahme der Libellen) meist nur undeutliche Exemplare vorliegen, welche die systematische Bestimmung unsicher machen, so haben wir dagegen bei den Fischen gewöhnlich den grossen Vortheil, dass sie uns in ganzen Individuen, an welchen Skelet, Gebiss, Beschuppung und Flossenbildung mehr oder minder deutlich erkannt werden kann, aufbewahrt sind. Ihre

wissenschaftliche Bestimmung kann demnach in der Regel mit grosser Sicherheit vorgenommen werden.

Schon *Knorr*[1] und *Baier*[2] haben gute Abbildungen von mehreren Fischen aus unsern lithographischen Schiefern geliefert. *Blainville*[3] hat zuerst versucht, die wenigen Exemplare, die ihm von daher bekannt wurden, zu bestimmen, hat es aber damit nicht weiter gebracht, als dass er in ihnen Arten von den noch lebenden Gattungen *Clupea, Esox* und *Stromateus* erkennen wollte. Noch übler fiel ein ähnlicher Versuch von *Germar*[4] aus, der unter den Fischen des lithographischen Schiefers nicht bloss die eben genannten 3 Gattungen, sondern auch noch eine *Atherina* zu erkennen vermeinte, ja sogar eine neue Gattung unter dem Namen *Ichthyolithus!* errichtete. Erst *Agassiz*[5] legte in seinem für alle Zeiten klassischen Meisterwerke den Grund zu einer streng systematischen Bestimmung der fossilen Fische überhaupt, indem er letztere nach ihrer äussern Beschaffenheit wie nach ihrem Knochengerüste und Zahnsysteme verglich und dadurch die festen Anhaltspunkte für die Systematik der urweltlichen Fische und für die Ermittelung ihres verwandtschaftlichen Verhältnisses zu den lebenden begründete. Was insbesonders die Fische aus dem lithographischen Schiefer anbelangt, so fand *Agassiz* bereits ein reiches Material an selbigen in der hiesigen Sammlung vor[6] und überdiess stand ihm die gleichfalls sehr reichhaltige des

---

1) Samml. v. Merkwürdigkeiten der Natur u. Alterth. Band I. 1755.

2) Oryctograph. norica. Supplem. 1757.

3) Poissons fossiles. Paris 1818; aus dem Französischen übersetzt von *Krüger*. 1823.

4) Ueber die Versteinerungen von Solenhofen in *Keferst.* Teutschland IV (1827) S. 89.

5) Rech. sur les Poissons fossiles. Neuchâtel Tome I—IV 1833—43. Die Fische des lithographischen Schiefers sind im ersten und zweiten Bande enthalten.

6) Die erste Auskunft über die hiesige Sammlung gab *Rudolph Wagner* in

Grafen *Münster's* in Bayreuth zur Benützung frei. Auf beide Sammlungen ist fast ausschliesslich die Arbeit von *Agassiz* über diese Fische begründet, denn was von andern Punkten ihm zukam, ist ausserordentlich wenig.

Durch die Arbeiten von *Agassiz* wurde auch *Münster* in den Stand gesetzt, die Kenntniss der Fische aus unsern Schiefern durch einige Beiträge zu erweitern. Nachdem im Jahre 1845 die Münster'sche Sammlung für die hiesige angekauft worden war und mir demnach fast sämmtliche Originale von den Fischen des lithographischen Schiefers, die zu dem grossen Werke von Agassiz gedient hatten, vorlagen, sah ich mich hiedurch, so wie auch durch anderweitige Erwerbungen von neuen Exemplaren, veranlasst, ebenfalls Beiträge zur Kenntniss dieser Fische zu liefern [1]; dieselben erstreckten sich jedoch nur über die Pyknodonten, die Lepidoiden mit langer Rückenflosse, die Sauroiden mit abgerundeter Schwanzflosse und über eine neue Gattung, die ich *Strobilodus* benannte [2].

Mittlerweile war aber die wichtige Entdeckung gemacht worden, dass der lithographische Schiefer keineswegs, wie man bisher meinte, auf Bayern beschränkt sei, sondern dass er seine Fortsetzung im schwäbischen Jura (Hauptfundort *Nusplingen*) und im südfranzösischen (Dép. de l'Ain mit dem Hauptfundorte *Cirin*) findet. Es war nun höchst wichtig, in Erfahrung zu bringen, in wie weit die Uebereinstimmung in den

---

seinen „Nachrichten von der Petrefaktensammlung der k. Akadem. d. Wissensch. in München" (*Kastner's* Archiv f. d. ges. Naturl. XVI H. 1).

1) In den Abhandl. der II. Klasse der Münchn. Akadem. Bd. 6 Abth. 1 1. Jahrg. 1851.

2) Ein mit grossem Fleisse bearbeitetes Verzeichniss sämmtlicher, bis dahin in der Literatur aufgestellten Arten von Thieren und Pflanzen aus dem bayerischen lithographischen Schiefer hat *L. Frischmann* in einem Programme des Lyceums zu Eichstädt (1853) bekannt gemacht.

Gesteins- und Lagerungsverhältnissen dieser verschiedenen Ablagerungen sich ebenfalls auf ihre thierischen Ueberreste, insbesondere auch auf die fossilen Fische, erstrecken würde. Ueber diesen wichtigen Punkt gab uns zuerst *Thiollière*[1] für den französischen Jura höchst werthvolle Aufschlüsse und seine Arbeiten gehören sowohl durch die grosse Genauigkeit in den Beschreibungen, als auch durch die prachtvoll ausgeführten Abbildungen zu den werthvollsten der palaeontologischen Literatur. — Ueber die fossilen Fische von Nusplingen haben uns *Fraas*[2] und *Quenstedt*[3] schätzbare Aufschlüsse ertheilt, doch wäre es zu wünschen, dass diese Vorkommnisse in einer besondern Monographie ausführlicher und vollständiger abgehandelt würden, damit sie durchgängig einer scharfen Vergleichung mit unsern fränkischen und den südfranzösischen Vorkommnissen unterzogen werden könnten.

In neuerer Zeit sind nun abermals der hiesigen Sammlung höchst wichtige Bereicherungen an Fischen aus unsern lithographischen Schiefern zugekommen: zuerst durch Ankauf der grossen palaeontologischen Sammlung des Herrn Landarztes Häberlein in Pappenheim, dann, nachdem das Fürstenthum Eichstädt von der bayerischen Regierung übernommen worden war, durch Ueberweisung der berühmten herzogl. *Leuchtenberg*'schen Petrefakten-Sammlung an die hiesige. Schon die Verpflichtung, die mir oblag, diese neuen Erwerbungen, unter denen die

---

1) Première notice 1848; seconde notice sur le gisement et sur les corps organisés fossiles des calcaires lithographiques dans le Jura du dép. de l'Ain (Ann. des sc. phys. et nat. de Lyon III. 1850 p. 111). Das Hauptwerk führt den Titel: Déscription des Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey. I. livrais. 1854 in gross Folio mit 10 Tafeln, darunter 5 Doppeltafeln. Leider ist seitdem Thiollière mit Tod abgegangen.

2) Beiträge zum obersten weissen Jura in Schwaben. Würtemb. Jahreshefte 1855 S. 94—102.

3) In dessen Petrefaktenkunde und dem neueren Werke über den Jura.

Fische den Hauptbestandtheil bildeten, zu katalogisiren, führte mich abermals auf diese Klasse zurück. Da ergab sich denn bei Durchmusterung des gewaltigen Vorrathes, dass nicht nur eine grosse Anzahl von Exemplaren vorlag, welche zur genaueren Kenntniss von bisher nur unsicher oder doch unvollständig bekannten Arten wesentliche Beiträge liefern konnten, sondern es fanden sich auch nicht wenige, die zur Errichtung neuer Arten, zum Theil selbst neuer Gattungen nöthigten. Ferner war ich durch *Heckel's*[1] höchst wichtige Abhandlung über die Wirbelsäule fossiler *Ganoiden* auf einen ganz neuen Gesichtspunkt gelenkt worden, der zur festeren Begründung der Systematik von grossem Erfolge war. Endlich erregte es in mir das höchste Interesse, nach erlangter vervollständigter Kenntniss unserer einheimischen Fische aus dem lithographischen Schiefer, die in gleichen Lagerstätten bei Nusplingen und Cirin aufgefundenen Arten, so weit mir solche aus Beschreibungen und Abbildungen und aus mehreren von dorther stammenden Steinplatten bekannt waren, in Vergleich zu nehmen; eine Aufgabe, gleich wichtig für die Geologie wie für die Palaeontologie[2].

So bin ich denn daran gekommen, meine frühere Arbeit über unsere Fische wieder aufzunehmen und die Fortsetzung derselben nach erweitertem Plane durchzuführen. Es sollen jetzt nämlich alle Gattungen und Arten, wie sie mir dermalen aus den bayerischen lithographischen Schiefern zur Kenntniss gekommen sind, in systematischer Anordnung aufgestellt werden, wobei es sich von selbst versteht, dass über die bereits zur Genüge gekannten Gattungen und Arten kurz hinweg gegangen wird und nur diejenigen, die entweder eine Berichtigung und Ergänzung

---

1) Sitzungsberichte der Wien. Akad. Jahrg. 1850.

2) Nach den der hiesigen Sammlung zugekommenen Materialien von *Cirin* habe ich eine Vergleichung derselben mit den fränkischen vorgenommen und in den Münchn. gel. Anzeigen L (1860). S. 390 veröffentlicht.

erfordern, oder erst ganz neu zu begründen sind, in ausführlichere Erörterung kommen. Es soll diese Monographie der Fische in gleicher Weise wie meine frühere über die Schulpen der Dintenfische behandelt werden; sie beschränkt sich wie diese darauf, in die Beschreibungen nur so viel aufzunehmen, als zur sichern Unterscheidung der Gattungen und Arten, sowie zur richtigen Stellung der neu eingeführten Formen nothwendig ist.

Von den 4 Ordnungen, welche Agassiz für sämmtliche fossile Fische errichtete, nämlich die Plakoiden, Ganoiden, Ctenoiden und Cycloiden, sind es nur die beiden ersten Ordnungen, in welche er sämmtliche Fische des lithographischen Schiefers vertheilte. Es hat sich jedoch jetzt herausgestellt, dass auch die ächten Knochenfische (*Teleostei*), welche die beiden letzten Ordnungen von Agassiz umfassen, unter ihnen vertreten sind; zu diesen gehören die beiden Familien der *Platyuri* und *Psylopterygii*. Wir haben demnach für die Fische des lithographischen Schiefers 3 Ordnungen als *Placoidei*, *Ganiodei* und *Teleostei* aufzuführen. Von den beiden letztgenannten Abtheilungen sind alle Gattungen ausgestorben; von den Plakoiden ist diess noch nicht für alle festgestellt.

Erste Ordnung.

Placoidei. Knorpelfische.

Obwohl die Knorpelfische zu den sehr spärlichen Vorkommnissen in unsern lithographischen Schiefern gehören, so haben uns doch die grossartigen Erwerbungen, welche die hiesige Sammlung in neuerer Zeit machte, mehrere sehr wichtige Exemplare zugeführt [1].

---

1) Die neuen Knorpelfische aus den lithographischen Schiefern habe ich bereits kurz publicirt in den Münchn. gel. Anzeig. XLIV (1857) S. 288.

I. Familie.

HOLOCEPHALI. CHIMAERIDEN.

Der Oberkiefer ist mit dem Schädel verschmolzen; oben jederseits zwei Zahnplatten, unten eine.

I. Chimaera *Linn.*

Der Leib haiartig, Schwanz in einen Faden auslaufend, erste Rückenflosse vorn mit einem starken Stachel.

Von dieser Gattung leben noch 2 Arten in unsern Meeren: die eine gehört den europäischen Gewässern, die andere der Südsee an. In grösserer Anzahl waren sie in den Meeren der Urzeit vorhanden, indem man Zähne von ihnen vom Lias an durch den weissen Jura, die Kreide und Tertiärformation gefunden hat; sie zeigten jedoch so viel Verschiedenheiten von den Zähnen der lebenden Chimaeren, dass man darnach besondere Gattungen errichtete. Es waren aber bisher immer nur Zähne oder höchstens Stacheln der Rückenflosse, nach welchen ausschliesslich die fossilen Chimaeriden bekannt waren. Erst in neuerer Zeit ist ein ziemlich vollständiges Exemplar aus den Schiefern von Solenhofen zum Vorschein gekommen, das jetzt in der hiesigen Sammlung aufbewahrt wird; es ist zugleich das einzige Stück, welches bisher aus dem Gebiete des lithographischen Schiefers innerhalb seiner ganzen Erstreckung zum Vorschein gekommen ist[1].

---

1) Seitdem hat *H. v. Meyer* (Jahrb. f. Min. 1860 S. 211) in einer kurzen Anzeige bekannt gemacht, dass er eine zweite fossile Chimäre aus dem lithographischen Schiefer erhalten habe, aber nur von der Grösse der Ch. monstrosa, mit der sie auch noch darin übereinkomme, dass das Rückgrath nicht aus gesonderten Wirbeln bestehe. Er nennt sie *Chimaera (Ganodus) prisca.* Fundort Eichstädt.

1. Ch. (Ischyodon) Quenstedti *Wagn.*

Tab. 1. Fig. 1.

Wagn. Münchn. gel. Anzeig. XLIV (1857) S. 288; Gesch. der Urwelt 2. Aufl. II S. 458. — *Quenst.* Petrefaktenk. S. 185.

Die erste Notiz von diesem, früher in der Häberlein'schen Sammlung aufbewahrten Exemplare gab *Quenstedt*, wesshalb ich es auch ihm zu Ehren benannt habe. Es ist nach seiner Längenerstreckung vom Vorderrande des Oberkiefers an bis zur äussersten Schwanzspitze erhalten, aber wie es sich bei der weichen Beschaffenheit des Körpers nicht anders erwarten lässt, in einem sehr beschädigten Zustande. Seine Länge, ohne die fehlende Schnauzenspitze, beträgt 5⅓ Fuss. Im allgemeinen Habitus kommt es im Wesentlichen mit der lebenden Chimaera monstrosa, von welcher die zoologische Sammlung mehrere Exemplare aus dem Mittelmeere besitzt, überein. Der Kopf ist ganz verdrückt und unkenntlich. Dicht hinter ihm ragt der gewaltige Stachel, welcher den Anfang der ersten Rückenflosse bildet, hervor; wo die zweite beginnt, lässt sich nicht wahrnehmen, wohl aber, dass sie im Zusammenstossen mit der obern Schwanzflosse sich eben so weit rückwärts erstreckt als bei genannter lebenden Art. Brust- und Bauchflossen sind ganz unbestimmt angezeigt. Die Afterflosse, in Verbindung mit der untern Schwanzflosse, erstreckt sich weit nach vorn in ähnlicher Weise, wie es *Rosenthal's*[1] Abbildung der Ch. monstrosa anzeigt, also sehr verschieden von der Abbildung von *Agassiz* und von *Bonaparte*[2], sowie von unsern Weingeist-Exemplaren letztgenannter Art, an denen sämmtlich die Afterflosse auf ein geringes, durch einen Einschnitt von dem untern Schwanzlappen getrenntes Rudiment beschränkt ist. Der dünne Faden, welcher das Schwanzende bildet, erstreckt sich an 5 Zoll über die beiden Lap-

1) Ichthyotom. Tafeln. Tab. 27.

2) Iconografia della Fauna italica. Tom. III.

pen der Schwanzflosse hinaus und besteht aus unzähligen gesonderten kleinen Wirbeln mit ausgehöhlten Gelenkflächen; es ist diess das einzige Stück, welches von der ganzen Wirbelsäule sichtlich ist, aber doch sehr interessant, weil es eine höhere Ausbildung der letzteren als bei den lebenden Chimaeren anzeigt.

Vom Schädel hat sich nichts erhalten als das Gebiss der einen Seitenhälfte; durch den Bruch des Gesteines an dieser Stelle ist es aber in drei Stücke gespalten und dadurch stark beschädigt worden. Der untere Zahn kommt in Grösse und dem äusseren Umrisse sehr mit dem überein, welchen *Agassiz* von Chimaera (Ischyodon) Townsendii auf seiner Tab. 40 Fig. 20 abbildete, ist aber am Vorderrand noch höher; seine Länge beträgt ohngefähr 5¾ Zoll. Der vordere von den beiden obern Zähnen lässt sich mit einem halbirten Hufe vergleichen, indem sein vorderer langer Rand, längs dessen er mit dem gleichartigen Zahn der andern Seite zusammmenstösst, in gerader Linie verläuft, der kürzere hintere Rand anfangs ziemlich parallel mit ihm herabsteigt, aber bald in den unteren übergeht, der schief bogenförmig gegen den vordern hinzieht. Auf der Aussenfläche ist er gewölbt, aber keineswegs von Rippen und Furchen, wie es bei Ch. monstrosa der Fall ist, durchzogen, sondern fast glatt mit feinen, senkrechten Streifen; parallel mit dem hintern Rande verläuft eine seichte Aushöhlung. Dieser Zahn hat eine Höhe von 1⅓ Zoll und seine grösste Länge kann über 2 Zoll betragen haben. Der hintere obere Zahn ist zu stark beschädigt, als dass er genauer beschrieben werden könnte; es ist nur zu erwähnen, dass er vorn in eine scharfe Spitze ausgeht und von dem vorhergehenden Zahne durch einen schmalen Zwischenraum geschieden ist.

Der Stachel (Tab. 1 Fig. 1) der vordern Rückenflosse ist an seinem obern Ende abgebrochen, gleichwohl ist der annoch erhaltene Ueberrest 9½ Zoll lang; seine grösste Breite beträgt etwas über 9‴ und selbst an der erwähnten Bruchstelle macht sie noch beinahe 5‴

aus. Er ist an der frei liegenden Seite verflacht, seiner ganzen Länge nach fein gefurcht, und sein hinterer Rand ist gegen das obere Ende (von der Bruchstelle an bis zu 2½ Zoll abwärts) mit kurzen Zähnen, deren Spitzen abwärts gerichtet sind, besetzt.

So unvollständig auch diese Beschreibung ist, so reicht sie doch aus, um zu zeigen, dass die Chimaeriden der Vorzeit einen ähnlichen Habitus wie die lebende Chimaera haben. Dagegen ist die Form der Zähne auch bei unserer neuen Species ebenso, wie bei den übrigen fossilen Arten, davon sehr verschieden. In Bezug auf das Gebiss scheint es mir, dass die neue Art aus dem lithographischen Schiefer bei der Gattung Ischyodon *Egert.* einzureihen ist, doch ist das Gebiss zu unvollständig erhalten, als dass ich mit voller Sicherheit hierüber urtheilen könnte.

II. Familie.

SQUALI. HAIE.

Leib spindelförmig, Brustflossen vom Kopfe geschieden, Kiemenlöcher seitlich.

Agassiz kannte aus den lithographischen Schiefern nur 2 Arten von Haien, welche er in der Gattung Aellopos zusammen stellte. Seitdem sind aber weit mehr hinzugekommen und zum Theil in verhältnissmässig sehr gut erhaltenen Exemplaren; die Mehrzahl hat der fränkische Schiefer, einige auch der schwäbische und südfranzösische geliefert.

α) Zähne comprimirt, dreiseitig und schneidend. — *Carchariae.*

II. Palaeoscyllium *Wagn.*

Aus den Schiefern zu Solenhofen ist uns durch den Ankauf der Häberlein'schen Sammlung ein schönes Exemplar eines Haies zugekommen, von welchem sich nicht nur der ganze Körperumriss, sondern auch

die Wirbelsäule und sämmtliche Flossen erhalten haben; nur vom Schädel ist kein fester Theil aufbewahrt, wohl aber gibt er durch einen tiefen markirten Eindruck im Gesteine seine gestreckte, stumpfspitzige Form zu bestimmen. Da auch nicht ein einziger Zahn übrig geblieben ist, so lässt sich dieser Haifisch nur nach der Beschaffenheit der Flossen bestimmen. Darnach aber gehört er zur Gruppe der Scyllien, bei welchen 2 Rückenflossen und 1 Afterflosse vorkommen, wobei die erste Rückenflosse über oder hinter den Bauchflossen steht. In dieser Gruppe nähert sich der fossile Fisch zunächst der lebenden Gattung Ginglymostoma, bei welcher die erste Rückenflosse über der Bauchflosse und die zweite Rückenflosse über dem Anfang der Afterflosse steht. Er unterscheidet sich aber von dieser Gattung gleich durch die kurze und breite Form der Brustflossen, sowie dadurch, dass Bauch- und Afterflosse nicht mit dem Anfange der ihnen gegenüber stehenden Rückenflossen, sondern mehr gegen deren Mitte hin beginnen.

1. P. formosum *Wagn.*

Tab. 2. Fig. 2.

Wagn. Münchn. gel. Anzeig. XLIV (1857) S. 291; Gesch. der Urwelt 2. Aufl. II S. 459.

Es ist dies ein sehr langstreckiger Hai, dessen ganze Länge 1½ Fuss ausmacht. Die paarigen Flossen nebst den beiden Rückenflossen und der Afterflosse sind von mässiger Entwicklung und haben eine dreieckige Form. Die Schwanzflosse beginnt auf der Unterseite mit einem stark vorspringenden dreieckigen Lappen und zieht dann als schmälerer Saum um das Ende der Wirbelsäule herum, doch kann nicht gesagt werden, ob in ununterbrochener Erstreckung oder ob vor dem untern Ende ein Einschnitt vorkommt. Die Bauchflosse steht von der Afterflosse um 1″ 11‴ ab; letztere von der Schwanzflosse um 9‴. Der Abstand zwischen den beiden Rückenflossen beträgt ohngefähr 2″. Die

Wirbelsäule ist von den letzten kleinen Wirbeln des Schwanzes an bis zu der Stelle, wo sie dem Anfang der ersten Rückenflosse gegenüber liegt, vollständig erhalten, nur fehlen durchgängig die Bogentheile. Auf dieser Erstreckung lassen sich gegen 100 Wirbel zählen; im vordersten Theil der Säule hat jedoch die Kalkspath-Bildung die Wirbel ganz zerstört. Letztere sind fast so lang als hoch und seitlich stark ausgeschweift.

Am nächsten verwandt mit Palaeoscyllium ist die *Thyellina angusta Münst.* aus der Kreideformation, aber die letztere differirt sehr von jenem dadurch, dass sowohl After- als Bauchflosse vor dem Vorderrande der beiden Rückenflossen ihren Anfang nehmen.

III. Sphenodus *Ag.*

Mit diesem Namen bezeichnete Agassiz einzelne Zähne aus der Jura- und untern Kreideformation, welche sich durch ihre schlanke Form und schneidenden Ränder bemerklich machen, von denen er aber nicht wusste, ob sie an ihrer Basis einen Höcker tragen oder nicht. Nach ihrer zungenförmigen Gestalt theilte er sie provisorisch der Gattung Lamna als besondere Gruppe zu; das vorliegende Exemplar aus der Gegend von Solenhofen zeigt jedoch, dass die Basis keine Höcker trägt, in welcher Beziehung Sphenodus mit Oxyrhina überein kommt und demnach kaum verdient, von letzterer als besondere Gattung getrennt zu werden.

1. Sph. nitidus *Wagn.*

Tab. 1. Fig. 4.

Zum Erstenmale hat man ausser Zähnen auch noch ein Stück der Wirbelsäule mit einigen zertrümmerten Stücken des Schädels beisammen gefunden. Von ersteren liegt ein ganzes Haufwerk vor in den verschiedensten Grössen; die grössten Zähne sind bis 10''', die kleinsten

nur 2'''. In ihrer Form kommen sie mit denen von Sphenodus longidens *Ag.* aus dem sogenannten untern Oolith von Rabenstein (bei Muggendorf) überein, sind aber schmäler und erreichen nicht deren grösste Länge. Sowohl wegen dieses Umstandes, als auch wegen der Verschiedenheit in der Reihenfolge der jurassischen Ablagerungen nehme ich Anstand, beiderlei Zähne miteinander zu vereinigen und habe daher denen der lithographischen Platte einen besondern Namen beigelegt. Die Wirbel, aus dem Anfangstheil des Rumpfes herrührend, sind sehr robust und etwas höher als lang.

IV. Notidanus *Cuv.*

Dem äussern Habitus nach unterscheidet sich diese Gattung von allen andern Species dadurch, dass sie nur eine einzige Rückenflosse zugleich mit der Afterflosse hat; die Zähne sind mehr oder minder kammförmig zerschnitten. Lebende Arten kennt man 3, nämlich den *Hexanchus griseus Linn.*, den *Heptanchus cinereus Linn.* und den *Hept. indicus Cuv.;* die ersteren beiden finden sich schon im Mittelmeere, der letztere im indischen Ozean. An urweltlichen Arten hatte man bereits einige vom Lias an durch die jüngeren Formationen hindurch entdeckt, aber freilich nichts weiter von ihnen als vereinzelte Zähne. Aus dem lithographischen Schiefer kannte man zu der Zeit, wo Agassiz sein berühmtes Werk publizirte, noch gar keine Ueberreste von dieser Gattung; erst in neuerer Zeit wurden sie darin bei Eichstädt aufgefunden und zwar, was zu den glücklichsten und allerseltensten Funden gehört, in einem fast vollständigen Exemplare. Eine zweite Art, jedoch nur auf einen einzelnen Zahn begründet, lieferte die Häberlein'sche Sammlung; eine dritte kam gleichfalls nur in Zähnen bei Nusplingen vor. Aus den französischen Schiefern ist noch nichts von dieser Gattung bekannt geworden. Wie ich mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthe, wird auch der *Aellopos Wagneri Ag.* ihr noch angehören.

1. N. eximius *Wagn.*

Tab. 1. Fig. 2.

N. Münsteri. Beyrich, Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. I S. 435. — *Frischmann,* ebenda S. 435 tab. 6.

Diese Art beruht auf dem schon erwähnten, grossen, fast vollständigen und in einer Doppelplatte vorliegenden Exemplare, das bei Eichstädt ausgegraben wurde, und ausserdem noch auf einem einzelnen Zahne, der von Daiting herrührt. Von ersterem haben zuerst *Beyrich* und *Frischmann* eine Notiz gegeben und letzterer ihr eine Abbildung des Thieres und der Zähne beigefügt.

Mit Ausnahme der fehlenden hintern Schwanzhälfte ist das Eichstädter Exemplar seiner ganzen Länge nach erhalten und zeigt die frei vorliegende Wirbelsäule und einen grossen Theil der Zähne auf, nebst dem Umrisse des Körpers und der Flossen, doch sind die Conturen an mehreren Stellen stark beschädigt. Der Kopf ist ziemlich dick, seine Schnauze weit breiter geendigt als beim N. cinereus, ohne doch die ganze Breite des N. griseus zu erreichen, welche beide mir in Weingeist-Exemplaren zur Vergleichung vorliegen. Von den Brustflossen ist nur die eine unterscheidbar, aber im Umrisse stark beschädigt, doch zeigt sie wenigstens eine erhebliche Grösse an. Auch die Bauchflosse ist ziemlich gross, doch zu zerrüttet, als dass sich Genaueres über ihre Form angeben liesse. Die Afterflosse ist deutlich angezeigt und macht die kleinste unter allen Flossen aus. Dem Zwischenraume zwischen ihr und der Bauchflosse gegenüber, doch so, dass sie noch über den Anfang der erstern hinaus sich erstreckt, liegt die Rückenflosse; sie ist dreieckig, nicht besonders gross und etwas länger als hoch. Von der Schwanzflosse ist nur noch das Vordertheil erhalten, was unten mit einem stark vorspringenden Lappen beginnt; die grössere hintere Hälfte ist weggebrochen. Die Länge des fossilen Exemplares von dem Schnauzenrande bis zur Bruchstelle des Schwanzes beträgt 7 Fuss; darnach

darf man die vollständige Länge bis zur Schwanzspitze wohl auf 9 Fuss anschlagen. Die beiden im Mittelmeere lebenden Arten können bis 12 Fuss lang werden.

Wie der ganze Habitus des fossilen Fisches den Typus von Notidanus an sich trägt, so ist diess auch mit dem Gebisse der Fall. Die vordersten Zähne in der Oberkinnlade sind einfache Zacken; die grössten und am meisten kammförmig getheilten finden sich im Unterkiefer. Die grössten von diesen sind 9 Linien lang; sie steigen mit einem schiefen, hohen, am Vorderrande ungekerbten spitzen Zacken auf, dem hinterwärts 3 kleinere, an Grösse allmählig abnehmende, nachfolgen, und zwar so, dass die Basis des Zahnes noch etwas über die letzte Spitze hinaus verlängert ist. Sämmtliche Zacken sind mit der Spitze etwas rückwärts gekrümmt und scharf und tief voneinander gesondert; bei einigen der kleineren Zähne sind nur 3 deutliche Zacken wahrzunehmen, bei etlichen anderen kommt zu den gewöhnlichen 4 Zacken noch ein kleiner fünfter hinzu. Obwohl nun aber das Gebiss des fossilen Exemplares im Wesentlichen die Norm der 3 lebenden Arten von Notidanus einhält, so belehrt doch die Vergleichung der Abbildungen, welche Agassiz, Bonaparte und Müller-Henle vom Zahnsysteme der letzteren geben, dass darnach der fossile Fisch als eine von ihnen scharf unterschiedene eigenthümliche Art sich ausweist.

Im Habitus und Zahnsysteme der fossilen Art haben wir nach Vorstehendem die wesentlichen Merkmale der Gattung Notidanus aufgefunden; desto auffallender ist es, dass in der Bildung der Wirbelsäule nicht gleiche Uebereinstimmung vorhanden ist. Man weiss nämlich von den lebenden Arten von Notidanus (nach den Untersuchungen von *J. Müller* [1]), dass die Wirbelsäule keine Spur von Knochensubstanz enthält, sondern dass die Mitte derselben nur von einer fasrig-knorpeligen

---

1) *Ag.* rech. III p. 363.

Scheide der chorda dorsalis gebildet wird, und dass letztere selbst nicht einmal äusserlich die Spur einer Trennung von Wirbeln zeigt, so dass man die Anzahl blos nach den paarigen peripherischen Stücken, die daran haften, zählen kann. Dagegen erkennt man im Innern dieser, mit Gallerte erfüllten Scheide die Wirbel an häutigen, von einer mittlern Oeffnung durchbohrten Querwänden. Wegen der Weichheit der Wirbelsäule bei den lebenden Arten von Notidanus gab daher Agassiz die Erklärung ab, dass man keineswegs erwarten dürfe, von dieser Gattung fossile Wirbel zu finden. Und gleichwohl hat sich das Unerwartete eingestellt: die fossile Art hat eine gegliederte Wirbelsäule, sowie sie auch bei andern fossilen Haien zum Vorschein kommt. Die ganze Wirbelsäule liegt frei aufgedeckt, hat aber dadurch gelitten, dass ein grosser Theil ihrer Wirbel durch Spaltung der Steinplatte halbirt und hiemit auf beide Hälften der letzteren vertheilt wurde. Sie sind durchgängig viel höher als lang und zwar so, dass die Höhe die Länge (letztere am obern Rande der Gelenkflächen gemessen) um das Doppelte übertrifft. Das Innere der Wirbel ist mit gewöhnlicher Gesteinsmasse oder Kalkspath ausgefüllt; die Gelenkflächen stellen sich aber allenthalben als feste Masse dar. Vom Anfange der Wirbelsäule an liegen die Wirbel dichtgedrängt aneinander an, indem sie zugleich langsam an Grösse abnehmen; vom Beginn der Schwanzflosse an rücken sie aber, zugleich rasch kleiner werdend, immer weiter auseinander, so dass der letzte der noch vorhandenen Schwanzwirbel bereits um einen halben Zoll von seinem Vorgänger entfernt ist. Die grössten Wirbel erreichen eine Höhe von fast einem Zoll.

Beyrich und Frischmann haben vorliegendes Exemplar mit dem *Notidanus Münsteri Ag.*[1] zu einer und derselben Art gezählt. Letzterer ist nur nach ein Paar Zähnchen aus dem untern Jurakalk von Streit-

---

1) *Ag.* rech. III p. 222 tab. 27 fig. 2, 3.

berg bekannt; allein diese sind nicht blos weit kleiner, sondern auch mit 5 Zacken versehen und diese sind überdiess nicht so weit voneinander gesondert als es bei dem Eichstädter Exemplare und dem einzelnen Zahne von Daiting der Fall ist. Bei solchen Verschiedenheiten in der Form der Zähne und in dem Alter ihrer Ablagerung lässt sich eine specifische Vereinigung nicht rechtfertigen und ich habe deshalb die beiden Vorkommnisse aus dem fränkischen lithographischen Schiefer als eigenthümliche Art unter dem Namen N. eximius abgesondert. Dagegen liegt mir von *Nusplingen* ein Zahn von 8 Linien Länge vor, der, wie einige Zähne von N. eximius es ebenfalls zeigen, eine kleine fünfte Spitze trägt und in seiner ganzen Form mit selbigen übereinkommt. Ich betrachte ihn als Repräsentanten des fränkischen N. eximius in den schwäbischen Schiefern[1].

Ausserdem habe ich zweier, merkwürdig vollständiger Exemplare von Notidanus zu gedenken, die freilich noch nicht ganz die Länge von 4½ Zoll erreichen. Jedes liegt in einer Doppelplatte vor; die eine der alten Sammlung angehörig, die andere neu aus Eichstädt zugekommen. Der ganze Umriss des Körpers und der Flossen hat sich erhalten und gibt alle Merkmale zu erkennen, welche den Habitus von Notidanus charakterisiren. Der Kopf stellt durch seine Dicke und insbesondere durch das abgerundet breitstumpfige Schnauzenende ein Miniaturbild von N. griseus dar. Die einzige Rückenflosse liegt weit hinterwärts, zum Theil noch der Afterflosse gegenüber. Diese nebst den Bauch- und Brustflossen sind aufbewahrt, letztere unter ihnen die grösste;

---

1) Den Zähnen von N. eximius nähern sich auch diejenigen an, welche *Quenstedt* in seinem Jura tab. 96 fig. 33 und 34 abbildet und die von Schnaitheim herstammen. Mit denen des N. Münsteri von Streitberg dürfen sie indess nicht vereinigt werden, da die von Schnaitheim viel grösser und ihre Zacken weiter auseinander gerückt sind.

die sehr lange Schwanzflosse umsäumt das ganze Schwanzende. Die Haut ist überall mit Chagrin-Körnchen besetzt; selbst die Wirbelsäule ist wahrnehmbar und zeigt an einigen Stellen unter der Loupe eine schwache Gliederung. Dass beide Exemplare die ersten Jugendstände eines Notidanus darstellen, ist unverkennbar; zweifelhaft bleibt es nur, von welcher Art. Zunächst muss man an N. eximius denken, obgleich bei diesem die Schnauze nicht die gleiche Breite erreicht, wie bei diesen jugendlichen Individuen.

2. N. Wagneri. *Ag.*

Aellopos Wagneri. Ag. III p. 376.

Mit diesem Namen bezeichnete Agassiz ein der hiesigen Sammlung angehöriges, von Solenhofen herstammendes Fragment eines Haies, von dem sich nur die hintere Körperhälfte conservirt hat, die gleichwohl noch immer über 3 Fuss lang ist. Nach dieser ganzen Ausdehnung liegt die wohlerhaltene Wirbelsäule vor nebst einem grossen Theil der Schwanzflosse, ferner nahe an letzterer eine Rückenflosse, und weit abgerückt von jener eine untere Flosse. Ueber die Geltung der letzteren äusserte sich Agassiz nicht; die Rückenflosse erklärte er jedoch als eine zweite. Münster hatte ihm ein zweites kleineres Exemplar von ähnlicher Erhaltungsweise unter dem Namen *Aellopos elongatus* überschickt und Agassiz erkannte es als eine zweite Art einer neuen Gattung an, der er den Münster'schen Namen Aellopos beliess. Das hiesige Exemplar bezeichnete er als Aellopos Wagneri, weil *Rudolph Wagner*[1] zuerst auf dasselbe aufmerksam gemacht hatte. Nach der Form der Wirbel war er geneigt anzunehmen, dass die neue Gattung mehr zum Typus von Galeus als zu Carcharias hinneige und dass sie sich

---

1) In *Kastner's* Archiv f. d. ges. Naturl. XVI. S. 81.

hauptsächlich durch die beträchtliche Grösse der zweiten Rückenflosse, sowie durch deren dreieckige und pyramidale Form auszeichne.

Die beiden ebenerwähnten Fragmente waren zu der Zeit, wo sie Agassiz zu Gesicht kamen, die ersten und einzigen unter den fossilen Haien überhaupt, welche ihm einen ansehnlichen Ueberrest des Körpers zur Betrachtung darboten; von Notidanus waren bis dahin zwar schon Zähne, sonst aber nichts weiters bekannt. Jetzt aber, wo mir ein fast ganzes Individuum vom letzteren vorliegt, bin ich in den sehr seltenen Fall gekommen, dass ich von der Meinung des grossen Systematikers abweichen muss. Ich bin nämlich der Ansicht, dass die beiden unter Aellopos vereinigten Arten zwei verschiedenen Gattungen angehören, wovon die eine, der Aell. elongatus, wenn nicht zu Squatina gehörig, als selbstständige Gattung zu belassen, die andere aber, der Aell. Wagneri, höchst wahrscheinlich an Notidanus zu verweisen ist.

An unserem Exemplare von Aell. Wagneri, wie es Agassiz bezeichnete, sind nur 3 Flossen sichtlich. Von diesen ist die Schwanzflosse unverkennbar; die einzige obere Flosse wurde von ihm als zweite Rückenflosse gedeutet, über die dritte äusserte er sich nicht weiter. Zur Stellung des fossilen Exemplares zur Gruppe von Galeus, wo allerdings 2 Rückenflossen vorhanden sind, wurde Agassiz, wie erwähnt, durch die Form der Wirbel veranlasst, indem nach seiner Angabe wenigstens die Wirbelkörper fast so lang als hoch und auf ihrer Oberfläche glatt sind. Allein schon gleich dieses Merkmal muss doch dahin modificirt werden, dass die Höhe der Wirbel ein beträchtliches Uebergewicht über die Länge hat. Schon an den grössten der vordern Wirbel beträgt die Höhe 6½''', während die Länge nur 4½''' ausmacht, und im weitern Verlaufe wird das Missverhältniss in den Dimensionen nicht günstiger. Von Galeus macht aber Müller bemerklich, dass die Wirbel in der Mitte des Körpers merklich länger als hoch sind, in der vordern und hintern

Partie der Wirbelsäule gleich lang, auf dem Schwanze sogar höher als lang. Da nun aber bei unserem fossilen Exemplare alle Wirbel ohne Ausnahme erheblich höher als lang sind, so kann aus dieser Form kein Anhaltspunkt zu ihrer Zuweisung zur Gruppe von Galeus gewonnen werden und wir haben uns daher nach einem andern umzusehen.

Diesen Anhaltspunkt gibt uns aber der N. eximius, denn was vom Aell. Wagneri erhalten ist, zeigt damit die überraschendste Aehnlichkeit. Diese gibt sich schon gleich in der Wirbelsäule kund und zwar nach zweierlei Beziehungen. Erstlich sind die Wirbel des letzteren durchgängig weit höher als lang, wenn auch nicht in gleichem Grade wie bei N. eximius; ferner die Wirbel in der Schwanzflosse rücken allmählig immer weiter auseinander und sind zuletzt so weit voneinander abstehend wie bei letzterem. Wenn auch dieses Auseinanderrücken der Wirbel nicht bereits am Anfange der Schwanzflosse wie bei N. eximius, sondern erst in deren Mitte erfolgt, so ist in diesem Umstande eben so, wie in der geringeren Schmalheit derselben, doch nur eine Differenz von spezifischem, nicht von generischem Werthe zu sehen.

Eine ähnliche Uebereinstimmung findet in der Form und Stellung der Flossen statt. Die lange Schwanzflosse beginnt unten wie bei N. eximius mit einem vorspringenden Lappen. In verhältnissmässig gleicher Entfernung folgt die Rückenflosse in ähnlicher, aber weit besser erhaltener dreieckiger Form. Sie ist weit länger als hoch, steigt mit ihrem Vorderrande sehr schief auf und fällt mit ihrem hintern fast senkrecht ab; die Länge ist ohngefähr 5½″, die Höhe 2″ 9‴. In kurzer Entfernung von ihr beginnt unten die Bauchflosse, von der übrigens nur ein an den Rändern zerfetzter Abdruck vorhanden ist. Zwischen dem Hinterrande der Bauchflosse und dem Anfang der Schwanzflosse liegt ein 13″ freier Raum, der keine Flosse zeigt; da aber dessen Betrachtung ausweist, dass er durch das Messer abgeglättet worden ist, so hat

es die grösste Wahrscheinlichkeit, dass bei dieser Gelegenheit die auch bei N. eximius ebenfalls sehr kleine Afterflosse beseitigt wurde. Unter dieser Voraussetzung ist aber die Uebereinstimmung mit Notidanus vollständig dargethan; es gibt dann auch nicht 2, sondern nur eine einzige Rückenflosse, ferner würde die ganze Länge des Thieres nicht auf 10 Fuss, wie Agassiz meinte, sondern nur auf 5—6 Fuss zu schätzen seyn.

Mit N. eximius darf jedoch der N. Wagneri nicht zu einer Art verbunden werden; er unterscheidet sich von jenem durch grössere Länge der Wirbel und dadurch, dass das Auseinanderrücken derselben nicht mit dem Anfange der Schwanzflosse, sondern erst gegen deren Mitte beginnt. Auch die Rückenflosse hat verhältnissmässig eine grössere Länge als bei N. eximius. Noch habe ich bemerklich zu machen, dass sich bei diesem Exemplare, im geringeren Grade auch bei ersterem, ansehnliche Ueberreste der braunen Chagrinhaut im besten Zustande erhalten haben; ebenso die darunter liegende Muskelschichte, welche in eine weisse, fettig glänzende, specksteinartige Masse verwandelt wurde.

3. N. intermedius *Wagn.*

Tab. 1. Fig. 3.

Es ist nur ein einzelner, von Mühlheim bei Solenhofen stammender Zahn des Unterkiefers, der mich zur Aufstellung einer neuen und von allen andern sehr verschiedenen Art von Notidanus veranlasst. Was ihn besonders auszeichnet, ist der Umstand, dass der Hauptzacken fast in die Mitte der Basis zu liegen kommt, indem der vordere Theil derselben nicht sonderlich viel kürzer ist als der hinter dem grossen Zacken abgehende, und dass beide Abtheilungen gezackt sind. Dadurch gewinnt dieser Zahn Aehnlichkeit mit denen von Hybodus, unterscheidet sich indess doch durch einen andern Habitus und insbesondere durch den gänzlichen Mangel von Streifen. Er ist an seiner Basis sehr lang

gestreckt, aber nur von geringer Höhe. Der Hauptzacken steht etwas eccentrisch, ist auf der Oberfläche stark gewölbt, glatt und mit der Spitze etwas rückwärts geneigt. Hinter ihm folgen in allmählig abnehmender Grösse 2 andere kleinere und ebenfalls rückwärts geneigte Zacken und dann ein schmales, spitzig zulaufendes und auf seinem obern Rande zweimal eingekerbtes Plättchen. Vor dem Hauptzacken stehen ebenfalls zwei Zacken, die aber weit kleiner und stumpfer als die hintern Nebenzacken und zugleich vorwärts geneigt sind; auf sie folgt dann ein ähnliches und zweimal eingekerbtes Plättchen wie hinterwärts. Die Basis des Zahnes misst 9''', die Höhe des Hauptzackens 3'''. — Ob dieser Zahn dem Rachen des N. Wagneri entnommen ist oder eine neue Art ankündigt, lässt sich bei der Unbekanntschaft mit dem Gebisse des ersteren nicht entscheiden; zur Vermeidung von Confusion mag er einstweilen als Repräsentant einer dritten Notidanus-Art aus den lithographischen Schiefern angesehen werden[1]. Am meisten Aehnlichkeit hat er mit N. primigenius, ist aber durch Form und Lagerung davon verschieden.

β) Zähne verflacht und pflasterartig gereiht. — *Cestraciontes.*

V. Acrodus *Ag.*

Von der devonischen Abtheilung des Uebergangsgebirges an bis zum Schlusse der Kreideformation kommen in einer grossen Mannigfal-

---

1) Noch ist auf eine vierte fossile Art von Notidanus aus dem lithographischen Schiefer aufmerksam zu machen, die jedoch nicht in Franken, sondern in Schwaben (Nusplingen) gefunden wurde. Es ist diess der *N. serratus Fraas.* (Würtemb. Jahresheft. 1855 S. 98), ebenfalls nur nach einzelnen Zähnen bekannt, von denen *Quenstedt* einen in seinem Jura tab. 96 fig. 44 abbildete. Er unterscheidet sich von allen bisher erwähnten fossilen Zähnen sehr auffallend dadurch, dass der Hauptzacken auf seinem Vorderrande kleine Nebenspitzen trägt und dass der Zahn überhaupt mehr Zacken als die andern Arten aufzuweisen hat.

tigkeit von Formen eigenthümliche abgeplattete und gerunzelte Zähne vor, die meist vereinzelt, mitunter jedoch auch pflasterartig aneinander gereiht gefunden werden. Man wäre mit ihrer Deutung in grosser Verlegenheit gewesen, da unter den gewöhnlichen Formen von Knorpelfischen keiner mit ähnlicher Zahnbildung versehen ist, wenn nicht im südlichen Ocean ein Hai entdeckt worden wäre, der hierüber befriedigende Auskunft hätte geben können. Es ist diess der *Cestracion Philippi*, der an den Küsten von Neuholland lebt; in neuerer Zeit wurde noch eine zweite, ihm sehr ähnliche Art an der Küste von Japan aufgefunden. Unter den vielen Gattungen, die nach fossilen Zähnen unter den Cestracionten errichtet wurden, kommt am meisten Acrodus mit der lebenden Gattung Cestracion überein; ein glücklicher Fund hat nunmehr gezeigt, dass diese Aehnlichkeit auch auf die ganze Leibesform sich erstreckt.

1. A. falcifer *Wagn.*

Tab. 2. Fig. 1.

Wagn. Münchn. gel. Anzeig. Bd. 44 (Jahrg. 1857) S. 290.

Die Häberlein'sche Sammlung hat uns von Solenhofen ein ziemlich gut erhaltenes Exemplar von dieser Art überbracht, dessen schon *Quenstedt* in seiner Petrefaktenkunde S. 178 gedenkt. Der Schädel freilich, wie es sich von einem Knorpelfisch nicht anders erwarten lässt, ist ganz verdrückt und einzelne seiner Theile sind losgerissen; auf eine nähere Deutung wage ich mich nicht einzulassen, da ich von Cestracion keinen Schädel zur Vergleichung benützen kann und die einzige Abbildung [1], welche mir von demselben bekannt ist, hiezu nicht ausreicht. Dagegen ist die Wirbelsäule fast vollständig aufbewahrt, indem ihr nur ein kurzes Stück vom Schwanzende fehlt; ebenso sind sämmtliche Flossen mehr

---

1) *Owen,* Odontography tab. 10 fig. 1.

oder minder deutlich angezeigt, nämlich 2 Rückenflossen, eine Brust-, Bauch- und Afterflosse und das Vorderstück der Schwanzflosse. Auch Stücke von der rauhen Chagrinhaut kommen zum Vorschein.

Die Zähne sind umher zerstreut, doch einige noch partienweise vereinigt. Man weiss, dass bei den Cestracionten die Zähne des Oberkiefers mit denen des untern gleichartig und pflasterförmig aneinander gereiht sind, und zwar in der Weise, dass der Vordertheil beider Kiefer mit kleinen, spitzen Zähnen und die Seitentheile mit langstreckigen, in der Mitte erweiterten Zähnen besetzt sind. Was insbesondere die Gattung Acrodus anbelangt, so ist sie hauptsächlich dadurch charakterisirt, dass die seitwärts liegenden langstreckigen Zähne auf der Mitte ihrer Schmelzplatte mit einem Längskiele belegt sind, von welchem Querrunzeln nach den Zahnrändern verlaufen. Ganz von derselben Beschaffenheit sind nun aber die langstreckigen Zähne unsers fossilen Exemplares und es kann sich daher kein Zweifel über seine Zugehörigkeit zu Acrodus erheben. Einige dieser Zähne sitzen noch partienweise zusammen und an einer dieser Gruppen sieht man sie in 4 Querreihen vertheilt, die jedoch nicht so schief wie bei Cestracion gestellt sind. Der längste unter diesen Zähnen misst noch nicht ganz 2 Linien; die seitlichen Querrunzeln verlaufen theils linienartig, theils verwirren sie sich unregelmässig untereinander. Ausser diesen langstreckigen Formen finden sich auch noch am vordern Kieferende einige Reihen kleiner spitzer Zähne ein, wie solche wesentlich zum Gebisse der Cestracionten gehören.

Die Wirbelsäule ist von ihrem Anfange an bis zur Mitte der Schwanzflosse erhalten und zählt in diesem Verlaufe 72, dicht aneinander gedrängte und robuste Wirbel; sie sind etwas höher als lang und in der Mitte stark ausgeschweift.

Jede der beiden Rückenflossen ist vorn mit einem gewaltigen, rück-

wärts gebogenen zugespitzten, glatten und ganzrandigen Stachel bewaffnet[1]. Der vordere ist der grössere und hat (in gerader Linie) eine Länge von 1″ 9‴; an der Basis ist er 6‴ breit. Der Stachel der zweiten Rückenflosse ist nur 1″ 2½‴ lang und an der Basis 4‴ breit. Hinter jedem Stachel folgt eine breite Flosse, deren Conturen nicht sicher angegeben werden können; die erste Rückenflosse ist auffallend weit vom Schnauzenende abgerückt, so dass sie in die Mitte der Körperlänge zu stehen kommt.

Von der einen Brustflosse ist nur eine Spur vorhanden; die Bauchflosse beginnt mit einem festen Rande gerade unterhalb des Stachels der ersten Rückenflosse und zeigt eine breite abgerundete Form; die Afterflosse, nur in schwachen Spuren angezeigt, scheint eine ähnliche Stellung wie bei Cestracion eingenommen zu haben. Von der Schwanzflosse ist nur noch ein zolllanges Stück vom hintern Theil des untern Lappens aufbewahrt; dasselbe ist breit abgerundet und hat eine Höhe von etwas über einem Zoll. Die Länge des annoch vorhandenen Skeletes beträgt 13½″, so dass das ganze Thier gegen 17 Zoll lang gewesen seyn mochte.

Die Haut, soweit von ihr Ueberreste vorhanden sind, wird allenthalben durch ihr aufliegende Schuppen rauh gemacht. Auf der Vorderhälfte des Körpers sind sie am grössten, dicht gedrängt und von licht olivengrünlicher Färbung. Sie sind spitz dreieckig und etwas gewölbt; längs ihrer Mitte werden sie von einem scharfen Kiele durch-

---

1) Nach *Quenstedt's* Angabe sollen an diesem Exemplare die beiden Rückenstacheln „auf dem Hinterrande wie mit kleinen Rosendornen gezahnt“ seyn. Diese Notiz beruht jedoch auf einem Irrthume; der Hinterrand beider Stacheln ist eben so wenig gezahnt, als es der bei Cestracion Philippi ist. Es scheint eine Verwechslung mit dem Hautbesatze, der einigermassen mit Rosendornen verglichen werden kann, vor sich gegangen zu seyn.

setzt, der hinterwärts der Basis als breiter Blattstiel hinausragt. Auf den senkrechten Flossen finden sich nur sehr kleine und weiter auseinander gerückte spitzzackige Schüppchen.

Obwohl unser fossiles Exemplar im Habitus grosse Aehnlichkeit mit Cestracion Philippi zeigt, so unterscheidet es sich von selbigem schon gleich durch die gewaltige Grösse des Stachels in beiden Rückenflossen und durch die weit zurückgedrängte erste Rückenflosse, welche der Bauchflosse gegenüber liegt. Ausserdem weist das Gebiss auf Acrodus hin, von dem bis jetzt keine Spur in der ganzen Erstreckung des lithographischen Schiefers oder der süddeutschen weissen Juraformation überhaupt zum Vorschein gekommen ist. Um so bedeutsamer ist es daher, dass jetzt dieser Nachweis geliefert ist, und zwar nicht blos nach einzelnen Zähnen, sondern in einem vollständigen Individuum, dem einzigen, durch welches die grosse Gruppe der fossilen Cestracionten überhaupt repräsentirt ist.

γ) Mund am vordern Schnauzenende — Squatinae.

VI. Squatina Dum. (*Thaumas Münst.*)

Die ersten fossilen Ueberreste dieser Gattung machte *Münster* unter dem Namen *Thaumas* bekannt. Da er indess keine Skeletsammlung zur Vergleichung benützen konnte, so entging ihm deren Verwandtschafts-Verhältniss zur lebenden Gattung Squatina, ja er reihte sogar seinen Thaumas bei der Familie der Rochen ein. Schon *Giebel* machte jedoch aufmerksam, dass die Münster'sche Beschreibung und Abbildung entschieden für Identität mit der Gattung Squatina spreche, und *Fraas*, auf neue Exemplare gestützt, wies diess dann durch unmittelbare Vergleichungen der Skelete zur Evidenz nach. Meine eigenen Untersuchungen können dieses Resultat nur bestätigen. Ich mache blos noch darauf aufmerksam, dass bei allen fossilen Exemplaren von Squatina in der Beckengegend vor und hinter dem Bauchgürtel 10 bis 12 lange

Rippenpaare vorhanden sind, wie diess auch bei der lebenden Squatina der Fall ist, an welcher man zugleich sieht, dass die vor diesen langen Rippen liegenden sehr verkürzt sind. Von andern Haien, deren Skelet mir bekannt ist, weiss ich keine ähnliche Verlängerung der hintern Rippen, während die fossilen Rochen dasselbe Verhalten zeigen. — *Phorcynis catulina Thioll.* von Cirin, von der ein Exemplar auch hier vorliegt, scheint mir nach dem breiten, vorn bogenförmig auslaufenden Kopfe, wie er auf unserer Platte wahrzunehmen ist, ebenfalls zu den Squatinen zu gehören.

1. Sq. alifera *Münst.*

Thaumas alifer. Münst. Beitr. V S. 62 tab. 7 fig. 1. — *Thaumas fimbriatus. Münst.* a. a. O. VI S. 53 tab. 1 fig. 4. — *Squatina alifera. Giebel* Faun. d. Vorwelt I. c. S. 298.

Zu dem Münster'schen Exemplare von Eichstädt ist jetzt auch eines aus der Häberlein'schen Sammlung hinzugekommen, was entnehmen lässt, dass bei ersterem der Brustgürtel aus seiner natürlichen Lage gerissen, dadurch zu sehr dem Bauchgürtel angenähert und überdiess umgekehrt worden ist, so dass seine seitlichen Fortsätze jetzt, statt rückwärts, vorwärts gerichtet sind. Die Länge des neuen Exemplares ist dieselbe wie die des Münster'schen, nämlich 18½ bis 19 Zoll.

Noch hat Münster eine andere Art unter dem Namen *Thaumas fimbriatus* von Kelheim nach einem sehr fragmentarischen Exemplare bekannt gemacht; er unterschied sie von der ersten durch das Vorkommen gefranzter Lappen am Kopfe, deren Bedeutung er nicht kannte. Diese Lappen sind insofern wichtig, als sie den sichern Nachweis liefern, dass die fossile Squatine eine von den lebenden verschiedene Art ausmacht. Es findet sich nämlich bei den beiden lebenden Arten am innern Winkel eines jeden Nasenloches eine dreitheilige Klappe, deren beide seit-

liche Lappen bei Squatina vulgaris sehr schwach, bei Sq. fimbriata Müll. Henl. dagegen sehr stark entwickelt und mehrfach zerschnitten sind. Bei Thaumas fimbriatus Münst. sind aber diese Lappen um mehr als das Doppelte grösser, insbesondere an der Wurzel breiter, auch viel tiefer eingeschnitten als bei Sq. fimbriata Müll. Henl. Es besteht daher kein Zweifel, dass die fossile Art entschieden mit keiner der lebenden verbunden werden kann; dagegen halte ich mich nicht berechtigt, sie von Thaumas alifer zu trennen, da der von ihr erhaltene Ueberrest in der Grösse und Form mit letzterem übereinstimmt. Der Name Thaumas fimbriatus hätte ohnediess nicht belassen werden können, da kurz vorher Müller und Henle eine lebende Art als Squatina fimbriata bezeichnet hatten.

2. Sq. acanthoderma *Fr.*

Fraas Zeitschr. der d. geol. Gesellsch. VI S. 782 tab. 27 bis 29. — *Quenst.* Jura S. 811. — ? *Aellopos elongatus Münst.* Ag. III p. 377.

Bei Nusplingen in Schwaben sind mehrere Exemplare von fossilen Squatinen gefunden worden, die *Fraas* als Sq. acanthoderma beschrieb und die sämmtlich grösser sind als die fränkischen Vorkommnisse; das grösste misst 4′ 2″, das kleinste 2′ 2″, ist also immer noch grösser als letztere. Fraas gibt nur Unterschiede zwischen seiner fossilen Art und der lebenden Sq. vulgaris an, hat aber die Vergleichung mit Sq. alifera übergangen. In Ermangelung schwäbischer Exemplare kann ich nur bemerklich machen, dass Sq. alifera und Sq. acanthoderma, abgesehen vom Grössenunterschied, im Habitus ganz miteinander übereinstimmen; die erste Rückenflosse fehlt auf allen Platten, sicherlich nur zufällig. Eben so scheinen bei beiden die Zähne von gleichartiger Bildung zu seyn; auch die Wirbelzahl kommt bei den fränkischen und schwäbischen Exemplaren ohngefähr auf dasselbe hinaus. Das Gleiche

gilt von der Lage und Form der zweiten Rückenflosse[1], sowie von der Form der Schwanzflosse. Wenn bei Münster's Thaumas alifer letztere verhältnissmässig kürzer und breiter erscheint als bei Sq. acanthoderma, so rührt diess nur davon her, dass bei jenem die Schwanzflosse mit ihrem hintersten Ende sich in das Gestein hineingesenkt hat und durch die Bearbeitung in ihrem Umrisse etwas alterirt worden ist. Bei dem Solenhofer Exemplare von Sq. alifera ist diese Flosse nach ihrer Form ganz der von Sq. acanthoderma entsprechend. Fraas gibt als Hauptunterschied letzterer Art von Sq. vulgaris an, dass bei ersterer die Hautstacheln jederseits mit einer Nebenspitze versehen, bei letzterer nur einfach sind. Bei unsern hiesigen Exemplaren sind bloss auf der grossen Münster'schen Platte einige kleine Partien von Hautstacheln aufbewahrt, die allerdings in der Mehrzahl nur einspitzig sind, doch sind einige der grösseren beiderseits an der Basis in eine dünne Spitze ausgezogen. Indem ich auf dieses Merkmal kein besonderes Gewicht legen kann, wüsste ich sonst zwischen Sq. alifera und acanthoderma keinen andern Unterschied als den in der Grösse zu bezeichnen; indess auch dieser verliert dadurch an Werth, dass es unter den Exemplaren von Nusplingen ebenfalls solche gibt, die nicht sonderlich grösser als die fränkischen sind, so dass beiderlei Vorkommnisse wahrscheinlich zu einer und derselben Art gehören.

3. Sq. speciosa *Myr.*

Thaumas speciosus. *Meyer*, Jahrb. f. Min. 1856 S. 418; Palaeontogr. VII. S. 1 tab. 1 fig. 2. — *Wagn.* Münchn. gel. Anzeig. Bd. 44 S. 292.

Eine von *H. v. Meyer* begründete und zierliche Art, die nicht ganz

---

1) Auf Tab. 29 bezeichnet *Fraas* diese Flosse als die erste; sie ist aber die zweite Rückenflosse.

5½ Zoll Länge erreicht. Das erste Exemplar, welches die hiesige Sammlung erwarb, stammt in einer Doppelplatte aus der Häberlein'schen. Zwei andere, worunter ebenfalls eine Doppelplatte, kamen aus der h. Leuchtenberg'schen Sammlung von Eichstädt hinzu; letztere sind in Frischmann's Zusammenstellung der fossilen Ueberreste des lithographischen Schiefers S. 17 als Asterodermus platypterus Ag. aufgeführt, was jedoch auf einer Verwechslung beruht. Da Meyer diese Art nach den eben erwähnten Exemplaren von Eichstädt genau charakterisirt und abgebildet hat, so brauche ich nicht weiter bei ihr zu verweilen.

VI. a. ? Aellopos *Münst.*

Wie schon vorhin bemerklich gemacht wurde, fasste *Agassiz* unter diesem Namen zwei verschiedene Formen zusammen, von denen ich den Aell. Wagneri an Notidanus verwiesen habe und daher die Gattung Aellopos auf den Aell. elongatus beschränke, wenn anders dieselbe überhaupt haltbar ist, da mir diese zweite Art eher einer grossen Squatina anzugehören scheint. Die Gattung Aellopos zeichnet sich, wie Agassiz angibt, durch die beträchtliche Grösse ihrer zweiten Rückenflosse aus, deren Höhe an ihrer Anfügungsstelle die Breite des Körpers übertrifft und sich überdiess durch ihre dreieckige und pyramidale Form bemerklich macht; die Schwanzflosse scheint sehr langgestreckt gewesen zu seyn.

1. Aell. elongatus *Münst.*

Ag. III p. 377.

Auf einer Steinplatte von Kelheim ist ein 16 Zoll langes Fragment eines Haies, den Hinterleib desselben enthaltend, aufbewahrt, woran die Wirbelsäule, die Schwanz- und Rückenflosse, nebst einem kleinen Stück des Hinterrandes von einer untern Flosse sichtlich sind. Die Schwanzflosse ist sehr langgestreckt, doch fehlt ihr das hintere Ende.

In einer Entfernung von ungefähr 3'' — genau lässt sich bei der schlechten Erhaltung der Schwanzflosse diese Dimension nicht angeben — folgt die auffallend grosse, dreiseitig pyramidale Rückenflosse, die eben so hoch als lang ist (fast 3''). Am vordern Bruchrande des Fragments sieht man noch einen kleinen Ueberrest vom Hinterrande einer untern Flosse, die ungefähr 3'' vom Vorderrande der Rückenflosse absteht. Die Wirbelreihe ist zwar der ganzen Länge nach erhalten, aber sehr beschädigt; sie sind entweder halbirt oder nur durch Eindrücke angezeigt und haben alle ihre Ansätze, obere wie untere, verloren. Sie sind nicht viel höher als lang und liegen allenthalben, auch längs der Schwanzflosse, dicht gedrängt aneinander. Der ganze Hinterleib ist sehr schmächtig und langstreckig.

Mir scheint dieses Fragment von dem Hinterleibe einer Squatina und zwar der Sq. acanthoderma herzurühren, alsdann wäre die Rückenflosse als eine zweite und die untere Flosse als Bauchflosse zu erklären; die Afterflosse würde demnach ganz fehlen. Wenn auch bei dem von *Fraas* abgebildeten Schwanzstücke der Sq. acanthoderma die Rückenflosse nicht so hoch als an unserem Exemplare erscheint, so mag diess Folge der Beschädigung seyn. Im Uebrigen stimmen die Formen der Wirbel und der Flossen des Aell. elongatus mit denen der fossilen und lebenden Arten von Squatina so sehr überein, dass ich ihn nicht nur als zu dieser Gattung, sondern seiner Grösse nach als zu Sq. acanthoderma gehörig betrachte [1].

---

1) Die Zugehörigkeit des hier in Rede stehenden Fragmentes zur Gattung Squatina würde am sichersten erwiesen werden können, wenn die Wirbel ihre verschiedenartigen Ansatzstücke conservirt hätten, die aber in diesem Falle ganz verschwunden sind. Wie *Molin* in seiner schönen Abhandlung über das Skelet der Haifische (Memorie dell' Istituto Veneto di science VIII. 2. 1860) gezeigt hat, lassen sich an wohlerhaltenen Haien, und insbesondere an der Squatina, die Gattun-

III. Familie.

RAJAE. ROCHEN.

Leib flach, mit ausserordentlich breiten, dem Kopfe angehefteten Brustflossen; Kiemenspalten auf der Unterseite. — Agassiz kannte aus der ganzen Juraformation nur 2 Exemplare von Rochen, auf welche er die beiden Gattungen *Asterodermus* und *Euryarthra* begründete; letztere beruht sogar nur auf einer einzelnen Brustflosse. Die erste Bereicherung dieser Familie lieferte Thiollière aus den lithographischen Schiefern Südfrankreichs und zwar mit den beiden von ihm aufgestellten Gattungen *Spathobatis* und *Belemnobatis*. Erstere ist jetzt auch in den fränkischen Schiefern aufgefunden worden; letztere bleibt in denselben noch zu entdecken. Was die fossilen Rochen, bei grosser Aehnlichkeit mit den lebenden, doch von diesen unterscheidet, beruht darauf, dass bei jenen die Strahlen der Brustflossen nicht halb so oft als bei den lebenden gegliedert sind und dass die Wirbelsäule bei allen gleich vom Anfange an in geschiedene Wirbelkörper sich abtheilt, während ihr Anfangsstück bei den lebenden Rochen auf eine längere oder kürzere Strecke als ein zusammenhängendes, ungegliedertes, oder nur auf der Bauchfläche abgetheiltes Rohr sich darstellt. Als drittes Merkmal ist zu bezeichnen, dass bei allen fossilen Rochen vor und hinter dem Bauchgürtel 10 bis 12 Paar sehr langer Rippen vorkommen, während den lebenden Rochen Rippen entweder ganz fehlen oder doch nur sehr kurz sind. Es ist daher hinreichender Grund vorhanden, für die fossilen Formen besondere Gattungen zu errichten.

VII. Asterodermus *Ag.*

Nach dem Habitus und der Grösse ähnlich der Squatina speciosa

---

gen schon nach den verschiedenen Abtheilungen der Wirbelsäule äusserst scharf von einander unterscheiden. Leider sind aber an unsern hiesigen fossilen Exemplaren von Haien die Ansatzstücke der Wirbel fast durchgängig verschwunden.

und öfters damit verwechselt, aber schon dadurch auffallend verschieden, dass die Brustflossen mit dem Kopfe verwachsen sind.

1. A. platypterus *Ag.*

Ag. III p. 381 tab. 44 fig. 2—6. — *H. v. Meyer* Jahrb. f. Mineral. 1856 S. 825; Palaeontograph. VII S. 9 tab. 1 fig. 1.

Alles was man bisher von dieser Art und Gattung wusste, beruhte auf dem einzigen Exemplare, das bei Solenhofen gefunden und für die Sammlung der geologischen Gesellschaft in London acquirirt wurde. Agassiz hat es beschrieben und abgebildet, doch konnte er keine vollständige Darstellung geben, weil diesem Stück fast der ganze Kopf fehlt. Ein zweites, weit besser erhaltenes und von H. v. Meyer abgebildetes Exemplar in einer Doppelplatte bewahrt Herr Dr. Oberndorfer auf; es wurde bei Kelheim gefunden und nach diesem füge ich folgende Bemerkungen bei.

Der äussere Habitus kommt in seiner langgestreckten Form wesentlich mit dem von Rhinobatus überein. Der Schädel liegt vollständig da und ist ganz nach dem Typus dieser Gattung geformt, d. h. mit einem sehr langgestreckten, an den Seiten etwas eingezogenen und an dem Ende etwas kolbenförmigen Schnauzentheil. Eben so ist die Stirngegend kurz, aber breit und an den Seiten stark ausgeschweift; nach vorn gehen die kolbigen Nasenfortsätze ab. Die Wirbelsäule ist schon von ihrem Anfange an gegliedert, und in ihrem hintern Theil zeigen sich 2 sehr kurze Stacheln, welche den Anfangstheil der beiden Rückenflossen, von denen man sonst nichts sieht, bezeichnen. Brust- und Bauchgürtel sind vorhanden; von den Bauchflossen liegen nur noch sehr undeutliche Spuren vor, dagegen sind beide Brustflossen, wenn auch nur im schwachen Abdrucke, aufbewahrt und geben ihre Erstreckung bis zur Schnauzenspitze mit ausreichender Sicherheit zu erkennen. — Die ganze Oberfläche ist mit isolirten kleinen, jedoch an Grösse ver-

schiedenen spitzen Körnern besetzt. An den grösseren derselben lässt es sich mit der Loupe leicht wahrnehmen, dass von ihrer Spitze abwärts 6 bis 7 feine Strahlen verlaufen; in der Abbildung von Agassiz ist diese Ausstrahlung nicht richtig gezeichnet. — Von den langen Rippen in der Beckengegend, welche Agassiz an seinem Exemplare vorfand, lässt sich an den vorliegenden nichts mehr wahrnehmen.

Länge des ganzen Skeletes	5″	7‴
— des Kopfes	1	4½
Breite, geringste, der Stirngegend	0	4½
— zwischen den beiden Aussenrändern der Nasenfortsätze	0	10
— „ „ „ „ „ Brustflossen	2	7
Abstand des Beckengürtels von der Schnauzenspitze .	2	8

Das von Agassiz abgebildete Exemplar ist etwas grösser als das vorliegende. Beide gehören zu den seltensten, wie zu den zierlichsten Formen des lithographischen Schiefers.

VIII. Spathobatis *Th.*

Thiollière fand in den lithographischen Schiefern des südlichen Frankreichs ziemlich viele Exemplare eines Rochen, dem er den Namen *Spathobatis bugesiacus* beilegte. Derselbe kommt in seinem ganzen Habitus mit der lebenden Gattung Rhinobatus überein, unterscheidet sich aber von dieser schon durch die vorhin bei der Familie der Rochen überhaupt angeführten Merkmale, wodurch die fossilen Formen von den ihnen analogen lebenden sich absondern; ausserdem findet sich noch eine sehr erhebliche Differenz in der Form der Strahlen der Brustflossen, wovon gleich nachher weiter die Rede seyn wird. In all diesen Stücken zeigt aber Spathobatis dasselbe Verhalten wie Asterodermus, so dass streng genommen zwischen beiden keine generische Verschiedenheit obwaltet. Ich habe die Trennung nur nach einem Merkmale untergeordneten Ranges beibehalten, indem nämlich bei Asterodermus die

Höcker der Haut zugespitzt und voneinander isolirt sind, während sie bei Spathobatis, wenigstens parthienweise, mosaikartig angereiht und abgeplattet sind, und mit den kurzen Strahlen an ihren Rändern ineinander greifen. — Die letztere Gattung habe ich nunmehr auch in den lithographischen Schiefern von Solenhofen aufgefunden; ein erfreuliches Zeichen der Uebereinstimmung der Fauna dieser Formation an ihren beiden Endpunkten.

1. Sp. mirabilis *Wagn.*

Wagn. in den Münchn. gel. Anzeig. XLIV (1857) S. 292.

Aus der Häberlein'schen Sammlung ist in die hiesige das einzige Exemplar, das bis jetzt von dieser Art existirt, übergegangen. Es hat sich seiner ganzen Länge nach erhalten, wenn auch mit manchen Beschädigungen der Seitentheile und des Kopfes; die senkrechten Flossen sind verschwunden, dagegen die beiden Bauchflossen und die eine Brustflosse im guten Stande vorhanden. Mit der Beschreibung kann ich mich kurz fassen, da die von Thiollière gegebene von seinem Sp. bugesiacus in allen wesentlichen Stücken zu unserem Exemplare, das ebenfalls auf der Bruchseite liegt, passt und seine Fig. 1 auf Tab. 2 als verkleinerte Abbildung desselben betrachtet werden kann, nur dass das hiesige Stück weit besser sich conservirt hat.

Das Schädeldach ist wie bei Rhinobatus sehr kurz, doch etwas länger als breit, an beiden Seiten ausgeschweift und am Hinterrande des Hinterhauptes noch stärker ausgeschnitten. Nach vorn verlängert es sich in einen langen, platten Schnabel, der in der Mitte sich etwas verschmälert, am Ende wieder erweitert und längs seiner beiden Seitenränder von einer tiefen Furche durchzogen wird. Von den Rändern, womit die Brustflossen vorn die Schnauze umsäumen, ist eine Spur vorhanden, dagegen der Zwischenraum zwischen jenen Rändern und dem Schnabel, der auch bei Rhinobatus nur häutig ist, unausgefüllt. Der

ganze Schädel ist ohngefähr 10½″ lang und am Hinterhaupte 2″ 10‴ breit; der Schnabel über 7″ lang und in der Mitte 1″ breit.

Die Wirbelsäule liegt nach ihrer ganzen Länge vor, hat sich auffallend gut conservirt und lässt an 176 bis 178 Wirbel zählen. Schon die ersten derselben sind vollständig ausgebildet und von einander gesondert, dabei länger als hoch. Gleich hinter dem Brustgürtel werden sie bedeutend grösser und zugleich viel höher als lang (die grössten 6‴ hoch und 4‴ lang); hinter dem Bauchgürtel nehmen sie sehr langsam an Höhe ab, während sie allmählig an Länge anwachsen, so dass beide Dimensionen fast gleich werden; die letzten Wirbel sind sehr klein und alle überhaupt stark ausgehöhlt. Ober- und unterhalb der Wirbelkörper sind die Bogentheile sichtbar; letzteren sind wie gewöhnlich bei den Rochen längs ihrer Mitte noch besondere getrennte unpaare Platten aufgesetzt, die oberhalb der Wirbelsäule schon gleich hinter dem Brustgürtel, unterhalb erst hinter dem Bauchgürtel nach dem Verschwinden der Rippen beginnen. Beide Reihen von Platten hören erst weit hinten und gleichzeitig miteinander auf; wie bei Rhinobatus entsprechen diese Platten an Zahl keineswegs den Wirbeln, sondern, da sie länger als letztere sind, so ist auch die Anzahl der Platten eine geringere. Bemerkenswerth sind ferner die sehr langen, sichelförmigen Rippen, die kurz vor dem Bauchgürtel ihren Anfang nehmen und noch eine Strecke weit sich fortsetzen. In wie viel Paaren sie vorhanden sind, lässt sich an unserem Exemplare nicht zählen; Thiollière gibt 10 Paare an.

Der Brustgürtel ist überaus kräftig; sein hinterer Flossenträger lang, stark und gebogen. Von den Brustflossen liegt nur die eine noch vor, aber auch dieser fehlt im Vordertheil ein ansehnliches Stück vom äussern Rande, so dass ihre Contur nicht sicher bestimmt werden kann; nach Thiollière kommt indess letztere durch ihre längliche Form mit der von Rhinobatus überein. Dagegen weicht sie in ihrer Struktur

weit von den gewöhnlichen Rochen, Rhinobatus wie Raja, ab. Bei letzteren nämlich sind die Strahlen der Brustflosse sehr dünn, vielfach gegliedert (an den längsten Strahlen an zwanzigmal), und beide Gelenkenden stark angeschwollen; überdiess spalten sich auch wohl gegen den Rand hin die einzelnen Strahlen und verlaufen so gedoppelt weiter hin, ohne sich nochmals zu zertheilen. Bei unserem fossilen Exemplare dagegen ziehen sich die Strahlen der Brustflosse einfach und abgeplattet gegen den Aussenrand, indem sie allmählig an Breite zunehmen, so dass sie zuletzt ohngefähr 4½ Linien breit werden; die längsten Strahlen haben eine Länge von fast 6½''. Durch vier, mit dem Aussenrande ziemlich concordant verlaufende Querfurchen wird jeder Strahl in 5 Glieder abgetheilt, die nicht die geringste Anschwellung zeigen. Durch diese Beschaffenheit der Strahlen der Brustflossen, welche bei Spathobatis bugesiacus, Belemnobatis und, wie es scheint, auch bei Asterodermus die nämliche ist, unterscheiden sich die fossilen Rochen sehr bestimmt als besondere Gattungen von den lebenden, und nähern sich in gedachter Beziehung den Squatinen an.

Der robuste Bauchgürtel steht um 6½'' vom Brustgürtel ab. Die Bauchflossen, die beide aufbewahrt sind, sind weit kleiner als die Brustflossen und ihre Contur stimmt ziemlich mit der von Rhinobatus überein. Die Strahlen spitzen sich am hintern Ende zu und stehen etwas sparrig auseinander, lassen aber, da ihre Oberfläche abgerieben ist, keine Gliederung mit Sicherheit wahrnehmen.

Die ganze Länge dieses Exemplares beträgt fast 4½ Fuss, ist also doppelt so gross als das grösste von 10 Exemplaren, welche Thiollière von seinem Sp. bugesiacus bei Cirin auffand. Dieser enorme Grössenunterschied, der durch keine Mittelstufen ausgeglichen wird, bestimmt mich vor der Hand, in unserem fränkischen Exemplare eine besondere Art anzuerkennen.

? IX. Euryarthra *Ag.*

Es ist nur eine einzelne, sehr grosse Brustflosse von Solenhofen in einer Doppelplatte vorhanden, worauf Agassiz diese neue Gattung stützte.

1. E. Münsteri *Ag.*

Ag. III p. 382.

Agassiz gibt von dieser Brustflosse nichts weiter an, als dass sie von beträchtlicher Grösse ist mit sehr breiten, platten und aus einer geringen Anzahl sehr grosser Glieder zusammengesetzten Strahlen. Zur Zeit, wo Agassiz diese Brustflosse untersuchte, war ihm von fossilen Rochen aus unsern Schiefern weiter nichts als der kleine Asterodermus bekannt und er hatte darnach ausreichenden Grund, von letzterem sein Fragment als besondere Gattung zu trennen. Jetzt aber kommt eine dritte in dem Spathobatis hinzu und hiemit erhebt sich die Frage, ob jene Brustflosse nicht etwa von einem Individuum dieser Gattung herrühre, oder ob sie wirklich auf eine davon verschiedene, für welche der Name Euryarthra beizubehalten sei, hinweise.

Vergleiche ich diese Brustflosse, von der ein weit längeres Stück als bei unserem Spathobatis mirabilis erhalten ist, mit der des letzteren, so finde ich in der Form der Strahlen und ihrer fünffachen Gliederung durch 4 mit dem Aussenrande ziemlich concordant verlaufende Querfurchen die vollständigste Uebereinstimmung nach allen Beziehungen; als Differenzen aber nur eine etwas erheblichere Grösse dieser Brustflosse und eine mehr abgerundete Contur. Erstere Differenz ist von keiner Bedeutung und letztere ist auch so unbeträchtlich und überdiess von der Bearbeitung des Gesteines so abhängig, dass es mir am wahrscheinlichsten scheint, dass diese Euryarthra mit Spathobatis zusammen gehörig ist. Da indess eine bloss auf Fragmenten von Brustflossen beruhende Vergleichung zweier Individuen keine Sicherheit über ihre ver-

wandtschaftlichen Verhältnisse darbieten kann, so habe ich die Gattung Euryarthra vor der Hand fragweise aufgeführt. Noch habe ich bemerklich zu machen, dass die Sammlung eine zweite Brustflosse, ebenfalls von Solenhofen, besitzt, die grösser, aber zu schlecht erhalten ist, um zur Lösung der angeregten Frage dienen zu können.

Die Brustflosse der E. Münsteri wird, wie schon erwähnt, von 4 Querfurchen durchzogen, wodurch jeder Strahl in 5 Glieder abgetheilt wird, die im vordern und breitesten Theil der Flossen folgende Länge haben: 1stes Glied 2'' 7''', 2tes 1'' 8''', 3tes 9''', 4tes 6½''', 5tes oder Randglied 1'' 4'''. Nach hinten wird die Flosse bedeutend schmäler. Die Oberfläche der Flosse ist durch grobe Körner rauh und runzelig gemacht.

Anhang.

Ichthyodorulites.

Von Flossenstacheln, die man zur Zeit ausser Stande ist, einer der bekannten Gattungen von Placoiden zuzuweisen, ist mir nur ein einziger, zu Asteracanthus gehörig, zu Gesicht gekommen.

X. Asteracanthus *Ag.*

Eine Gattung, deren Rückenflossen-Stachel nur in den obern jurassischen Ablagerungen und in der Kreideformation gefunden werden.

1. A. ornatissimus *Ag.*

Ag. III p. 31 tab. 8.

Es liegt nur ein einzelnes, abermals in zwei Stücke gebrochenes Fragment vor, das bei Kelheim gefunden wurde und in der Sammlung

des Herrn Dr. *Oberndorfer* aufbewahrt ist[1]. Nach der Angabe des Finders rührt es aus dem lithographischen Schiefer her; aber selbst wenn es dem Diceraskalke entstammen sollte, würde es ein interessantes Stück bleiben, indem es das einzige Exemplar ist, das bisher aus der bayerischen Jura-Formation bekannt wurde. Nach seinen Formverhältnissen und seiner Stärke stimmt dieses Fragment mit A. ornatissimus überein und zwar gehört es, obwohl die Spitze abgebrochen, dem obern Ende an, indem am Hintertheil des Stachels die im untern Verlaufe desselben doppelte Reihe von Zacken bereits in eine einfache, auf einem stark vorspringenden Längskiele aufsitzende Reihe zusammen geschmolzen ist. Als hauptsächlichste Differenz von A. ornatissimus könnte man geltend machen, dass die mehr länglichen als runden Warzen glatt erscheinen; indess eine genauere Besichtigung unter der Loupe lässt deutlich erkennen, dass an mehreren Warzen von ihrer Spitze strahlenartig feine Streifen abwärts verlaufen, in ähnlicher Weise, wie sie *Dunker* (Palaeontolog. I S. 188 tab. 26) von seinem *A. Preussi* dargestellt hat. Die Abglättung der Warzen scheint also nur Folge einer starken Abreibung derselben zu seyn. Demnach schliesse ich vorliegendes Fragment an A. ornatissimus an, von welchem mir der A. Preussi nicht wesentlich verschieden zu seyn scheint.

---

1) Wie *Quenstedt* (Jura S. 783) bemerklich macht, sind auch in den Oolithen von Schnaitheim ausgezeichnete Flossenstachel gefunden worden, die, so viel ihm im Gedächtniss sei, mit A. ornatissimus stimmen.

Zweite Ordnung.
Ganoidei. Hohlwirbler.

Das wesentliche Merkmal für seine Ordnung der Ganoiden begründet *Agassiz* auf die Schuppen, von denen er aussagt, dass sie aus zwei sehr verschiedenen Substanzen zusammen gesetzt sind, nämlich aus übereinander geschichteten Knochenplatten, wie bei den gewöhnlichen Fischen und aus einer äussern Schmelzlage. Ihre vorherrschende Form bezeichnet er als eckig und rhomboidal, doch mit manchen Abänderungen; die Wirbelsäule entweder vollständig oder nur unvollständig verknöchert. Von lebenden Fischen rechnete er zu dieser Ordnung Lepidosteus und Polypterus. Im lithographischen Schiefer zählte er zu ihnen alle Fische, die nicht an die Plakoiden zu verweisen waren.

Dieses von den Schuppen hergenommene Merkmal war vollkommen ausreichend, um die Ganoiden von den andern Ordnungen der Fische scharf zu unterscheiden. Allein dasselbe hat auf einmal seine ganze Bedeutung verloren durch die Entdeckung meines verehrten Collegen, des Herrn Professors *Kölliker*, der mir brieflich mittheilte, dass eine Ganoinlage sich bei allen Fischen, ohne Ausnahme, findet und dass die Ansicht, als ob eine solche Schicht die Ganoiden charakterisire, nicht stichthaltig ist. Hiemit ist also das Unterscheidungskennzeichen zwischen Ganoiden und Knochenfischen unhaltbar geworden und ein anderes aufzusuchen.

Zunächst werden wir hiemit auf die Charakteristik, welche *Johannes Müller* von dieser Ordnung gab, hingewiesen. Wenn wir, sagt derselbe, diejenigen Charaktere, welche niemals fehlen und absolut sind, in eine Definition zusammenfassen, so sind die Ganoiden kurz, „die Fische mit vielfachen Klappen des Arterienstiels, Muskelbeleg desselben, ohne

Kreuzung der Sehnerven, mit freien Kiemen und Kiemendeckel und mit abdominalen Bauchflossen.“ Diese Merkmale sind allerdings vollkommen befriedigend, um den lebenden Fischen dieser Kategorie ihre richtige Stellung anzuweisen, aber gerade die wichtigsten dieser, von den Weichtheilen hergenommenen Kennzeichen sind uns bei den fossilen Fischen für immer verloren gegangen, und wenn es nicht auf andere Weise gelingen sollte, ein Merkmal von standhafter und allgemein durchgreifender Uebereinstimmung zwischen den fossilen und den zu ihnen gezählten lebenden Ganoiden nachzuweisen, so sehe ich nicht ein, wie man ihre Zusammenfassung noch fernerhin bestehen lassen kann. Indess da ich mich an diesem Orte nicht mit einer Systematik der Klasse der Fische überhaupt, sondern nur mit einer Lokalfauna derselben, und zwar mit einer urweltlichen, zu befassen habe, so genügt es, andere Merkmale zu ermitteln, durch welche gleichwohl die fossilen Ganoiden von den ältesten Zeiten an bis zum Schlusse der Juraperiode, von den Knochenfischen, fossilen wie lebenden, unterschieden werden können. Das Hauptmerkmal liegt aber in der Beschaffenheit der Wirbelsäule.

Heckel[1] hat zuerst das grosse Verdienst sich erworben, die erheblichen Verschiedenheiten in der Ausbildung der Wirbelsäule der fossilen Ganoiden (im Sinne von Agassiz) klar und scharf auseinander gesetzt zu haben. Er hat nämlich gezeigt, dass bei einem grossen Theile derselben die Rückensaite (chorda dorsalis), welche als ein weicher ungegliederter Strang bei allen Wirbelthieren der Ausbildung der Wirbelsäule vorausgeht, für die ganze Lebenszeit in diesem Zustande verharrt, ohne jemals zur Sonderung in geschiedene Wirbelkörper zu gelangen, bei diesem Stillstehen jedoch drei verschiedene Abstufungen darbietet.

An der Wirbelsäule derjenigen Ganoiden, bei welchen die Rücken-

---

1) Sitzungsberichte der Wien. Akadem. 1850. Juliheft.

saite für das ganze Leben als weicher, ungegliederter Strang verharrt, zeigen sich nämlich 3 verschiedene Abstufungen in der Tendenz zur Verknöcherung. Bei den einen (Undina, Coelacanthus, Palaeoniscus, Platysomus) beschränkt sich die Ossification bloss auf die Dornfortsätze, welche unmittelbar mit einer Gabel, oben wie unten, auf der nackten Rückensaite aufsitzen. Bei andern Ganoiden (den Pycnodonten, Caturus, Eugnathus u. s. w.) sitzen die Dornfortsätze nicht direkt der ebenfalls nackten Rückensaite auf, sondern sie ruhen auf kleinen, hohlziegelartig gebogenen Knochenschildern, die in fortlaufender Reihe, aber voneinander gesondert, die Ober- wie die Unterseite der Rückensaite bedecken, jedoch deren Seitentheile frei lassen. Als ersten Anfang zur Entwicklung der Wirbelbildung bezeichnete Heckel diese Deckschilder mit dem Namen der *Halbwirbel.* Endlich bei noch andern Ganoiden (Lepidotus, Pholidophorus und mehreren fälschlich zu Sauropsis gezählten Arten aus dem Lias) dehnen sich die obern und untern Halbwirbel in der senkrechten Richtung so aus, dass sie miteinander zusammen stossen und zwar in der Weise, dass der untere Halbwirbel über dem ihm entsprechenden obern etwas hinüber greift. Diess sind die sog. *ringförmigen Halbwirbel*, wie sie Heckel benannte, welche die nackte Rückensaite mit dünnen, knöchernen Ringen umgürten, die gewöhnlich aus einer obern und untern Hälfte zusammengesetzt sind, bisweilen aber auch aus einem einzigen ununterbrochenen Stück bestehen. Von ächten Wirbeln kann man sie sogleich dadurch unterscheiden, dass sie nicht solid, sondern innen hohl sind; man kann sie daher auch als *Hohlwirbel* bezeichnen. Auf ihrer Aussenfläche sind sie nicht, wie vollständige Wirbel, grubig ausgehöhlt, sondern glatt. — Von der Entwicklung solcher Hohlwirbel zu vollständigen Wirbelkörpern ist nur noch ein Schritt und dieser ist bei mehreren Gattungen des lithographischen Schiefers in der That erfolgt; diese aber rechne ich sämmtlich, obwohl Heckel noch mehrere bei den Ganoiden belässt, nicht zu diesen, sondern zu den Knochenfischen.

Dem Vorstehenden gemäss betrachte ich als Ganoiden bloss diejenigen fossilen Fische, bei welchen zwar die Dornfortsätze der Wirbelsäule, nicht aber die Wirbelkörper selbst, vollständig verknöchert sind, so dass der centrale Theil der Wirbelsäule als weiche Rückensaite (chorda dorsalis) für immer im foetalen Zustande verblieben ist. — Als minder constante Merkmale sind noch folgende zuzufügen: Schuppen meist mit starkem Schmelzbeleg und rhombisch, doch auch mitunter kreisförmig; Flossen fast durchgängig mehr oder minder mit Schindeln, öfters in doppelter Reihe, besetzt. Der Namen *Hohlwirbler*, *Chordoidei* (mit Hinweisung auf die weiche chorda dorsalis) würde für diese Ordnung geeigneter seyn, als der von Ganoiden, da unter letzterer Benennung auch Fische mit inbegriffen sind, deren Zugehörigkeit zur Zeit noch zu beanstanden ist [1].

Auf die eben besprochene Verschiedenheit in der Ausbildung der Wirbelsäule habe ich jetzt bei der Systematik grosses Gewicht gelegt und dadurch viele Aenderungen in der bisher gültigen vornehmen müsse. Dem Scharfblicke von *Agassiz* war es freilich nicht entgangen, dass während bei den Ganoiden die Dornfortsätze oft vollständig erhalten sind, dagegen von Wirbelkörpern keine Spur vorhanden ist. Bei Palaeoniscus [2] hatte er sogar schon nachgewiesen, dass die von der ganzen Wirbelsäule allein übrigen Dornfortsätze nicht abgebrochen, sondern mit ihren untern Gabelenden vollständig erhalten, also ursprünglich trennbar von der Wirbelsäule sind. Auf diese Trennbarkeit der Dornfortsätze machte er auch bei Thrissops und Caturus aufmerksam und schrieb

---

1) Zur vollständigen Entscheidung werden wir über diesen strittigen Punkt erst gelangen, wenn Herr Professor *Kölliker* seine umfassenden mikroskopischen Untersuchungen der Schuppen, Knochen und Zähne fossiler Fische publicirt haben wird.

2) Rech. II. p. 83.

derselben die Leichtigkeit der Isolirung gedachter Fortsätze zu, während er gleichwohl das gänzliche Verschwinden der Wirbel bei so vielen Exemplaren doch auch für etwas Zufälliges erklärte [1]. Dass Agassiz nicht zur völlig befriedigenden Lösung des Räthsels gelangte, liegt wohl nur in dem Umstande, dass er bei seinen ersten Studien über die fossilen Fische lediglich auf unsere ältere akademische Sammlung beschränkt war, die damals nicht ausreichend genug Exemplare enthielt, um hierüber ins Reine zu kommen. Erst der Zugang der Münster'schen Sammlung und einiger von mir angekaufter Exemplare konnte Heckel, der bereits auf die eigenthümliche Bildung der Wirbelsäule bei den Pycnodonten der Tertiärzeit aufmerksam geworden war, in den Stand setzen, in der hiesigen Sammlung die ganze Entwicklungsreihe in der Ausbildung der Wirbelsäule der Ganoiden nachzuweisen.

Nächst der Beschaffenheit der Wirbelsäule habe ich zum Behufe der systematischen Eintheilung unserer Fische auf die Verschiedenheit der Schuppenformen ein Hauptgewicht gelegt. Man hat nämlich 2 Hauptformen zu unterscheiden: 1) die *Rautenschuppen* von derber Substanz, rhomboidischer Form, starkem Schmelzbelege und fester Aneinanderfügung vermittelst eines zahnförmigen Fortsatzes und einer demselben entsprechenden Ausfurchung auf der Unterseite jeder einzelnen Schuppe;

---

1) In der später als der Text geschriebenen Vorrede zur ersten Abtheilung des zweiten Bandes der Recherches hatte er es aber auf S. XI bereits ausgesprochen, dass es bei der Mehrzahl seiner Lepidoiden, Coelacanthen und Pycnodonten gar keine verknöcherten Wirbelkörper gibt, sondern dass bei diesen Fischen die Rückensaite sich für das ganze Leben zu erhalten scheine. Dagegen seinen Sauroiden schrieb er auch da noch ein vollkommenes Knochenskelet zu, was er jedoch später selbst dahin berichtigte, dass auch bei den meisten seiner Sauroiden, statt der Wirbel, nur eine Rückensaite vorkommt, die bei ihrer geringen Consistenz ganz verschwunden sei (a. a. O. IIb. p. 69; III p. 361). — Sehr wichtige Bemerkungen in dieser Beziehung hat auch *Johannes Müller* mitgetheilt.

2) die *Kreis-* oder *Scheibenschuppen* von dünner Substanz, mit kreis- oder scheibenförmigem Hinterrande, schwachem Schmelzbelege und ohne gegenseitige Ineinanderfügung, indem sie nur dachziegelartig übereinander liegen. Darnach theilen sich unsere Hohlwirbler in *Rautenschupper (Ganoidei rhombiferi)* und *Scheibenschupper (G. disciferi).*

Zum Unterschiede von den fossilen Fischen der älteren Perioden, die mit wenig Ausnahmen den heterocerken zuständig sind, gehören dagegen alle jüngeren fossilen Fische vom Lias an, also auch alle aus den lithographischen Schiefern, zu den homocerken. Als einzige Ausnahme führt Agassiz die Gattung *Coccolepis* an, der er, obschon aus letzteren herstammend, eine ungleichlappige Schwanzflosse zuschreibt. Indess ist diese Angabe nicht von letzterer selbst, sondern nur von dem Schwanzende der Wirbelsäule entnommen; es hat sich jedoch jetzt herausgestellt, dass fast bei allen *äusserlich* homocerken Fischen eine *innere*, das Schwanzende der Wirbelsäule betreffende Heterocerkie stattfindet[1]. Coccolepis macht also von der allgemeinen Regel keine Ausnahme.

Die grosse Ordnung der Hohlwirbler, insoweit diese im lithographischen Schiefer abgelagert sind, theilen wir zunächst in 2 Unterordnungen: *Rautenschupper* und *Scheibenschupper,* deren jede 4 Familien enthält.

---

1) Die genaueren Aufschlüsse über diesen Punkt gaben *Johannes Müller, Heckel, Huxley,* vor Allen aber *Kölliker* in seiner ausgezeichneten Abhandlung: „über das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier.“ Lpz. 1860. Mit Recht macht er hiebei aufmerksam, dass die Heterocerkie an und für sich keinen niedrigeren Typus eines Fisches als die Homocerkie anzeige. Ueberdiess hat *van Beneden* (Bull. de l'Acad. de Belg. 2. sér. XI. N. 3) die wichtige Entdeckung gemacht, dass bei Embryonen von Haien die Schwanzflosse äusserlich und innerlich vollkommen symmetrisch ist.

A. G. rhombiferi. Rautenschupper.

Schuppen derb, rautenförmig, mit starkem Schmelzbeleg und fester Aneinanderfügung vermittelst zahnförmiger Fortsätze und entsprechenden Ausfurchungen auf der Unterfläche. — Die Rautenschupper, auf welche der für die Ganoiden überhaupt hie und da übliche Name der Eckschupper allein zu beschränken ist, bilden die typische Gruppe der Hohlwirbler, und kommen nach ihrer Beschuppung mit den beiden lebenden Gattungen Lepidosteus und Polypterus überein. Im Gegensatze zu der starken Verfestigung der Schuppen hat es die Wirbelsäule bei keiner Gattung zur Ausbildung vollständiger Wirbelkörper gebracht, denn selbst bei Aspidorhynchus und Strobilodus, wo anscheinend solches stattfindet, ist doch der ganze innere Raum hohl und die Aussenfläche ohne die charakteristischen Gruben der ächten Wirbel. Auch bei Ophiopsis, von der mir die Wirbelsäule nur aus kleinen Strecken bekannt ist, dürfte nach Analogie auf ein gleiches Verhalten geschlossen werden; von Heterostrophus und Scrobodus ist sie noch unbekannt. Bei allen andern Gattungen bringt es die Rückensaite nur zur Entwicklung von getrennten Halbwirbeln, oder zu halbirten oder ganzen ringförmigen Hohlwirbeln. Die 4 Familien der Hohlwirbler sind die *Reiffische, Griffelzähner*, *Scheibenzähner* und *Sauroiden.*

I. Familie.

PYCNODONTES. REIFFISCHE.

Leibesform flach, rhombisch, oder doch bauchig oval, Rumpf mit eigenthümlichen Leisten oder Reifen umgeben; Rücken- und Afterflosse sehr lang, bis zur Schwanzflosse reichend; am Vorderrand des Unterkiefers ein eigenthümlicher, die untern Vorderzähne tragender Vorkiefer; die Zähne des Zwischen- und Vorkiefers andersartig als die übrigen; letztere lauter rundliche oder elliptische verflachte Mahlzähne, in 3 bis

6 Längsreihen gestellt; keine Schindeln (fulcra); Rückensaite weich und ungegliedert.

Seit der Publikation meiner Monographie der Pycnodonten (Reiffische) des lithographischen Schiefers[1] sind zwei sehr wichtige neuere Arbeiten erschienen, nämlich 1) Description des poissons fossiles du Bugey par *V. Thiollière* 1. livr. 1854, in welcher die Pycnodonten aus dem südfranzösischen lithographischen Schiefer behandelt sind, und 2) *Heckel's* Abhandlung über die Pycnodonten[2], welche für die Osteologie wie für die Systematik von grosser Bedeutsamkeit ist. Sowohl durch diese Arbeiten als durch den ansehnlichen Zuwachs an neuen Exemplaren sehe ich mich genöthigt, eine Berichtigung meiner früheren Deutung der Knochen der *Mundhöhle* vorzunehmen.

Was ich nämlich früher für Oberkiefer nahm, ist der knöcherne Gaumen, der aus der Verschmelzung der Gaumenbeine zu einem Stücke mit dem Vomer besteht und 5 Längsreihen von Zähnen trägt. Die wirklichen Oberkiefer stellen zwei seitliche dünne Platten dar, die gar keine Zähne tragen und sich leicht ablösen; sie zeigen sich sehr deutlich auf meiner Abbildung des Gyrodus circularis, wo sie, aus ihrer natürlichen Lage gerückt, vor der Schnauzenspitze liegen. Ueber den Zwischen- und Unterkiefer ist schon früher von mir das Gehörige beigebracht worden; dagegen haben Thiollière und noch bestimmter Heckel zuerst darauf hingewiesen, dass die untern Vorderzähne nicht unmittelbar dem Unterkiefer selbst ansitzen, sondern dass sie vermittelst zweier besonderer, von einander getrennter, verlängerter und beweglicher Knochenstiele mit denselben verbunden sind, und zwar so, dass jeder Stiel in eine rinnenförmige Aushöhlung seines Unterkiefer-Astes eingeschoben

---

1) Abhandl. der bayr. Akadem. II. Klasse. VI. 1. (1850) S. 1.

2) Beiträge zur Kenntniss der foss. Fische Oesterreichs in den Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. XI: Die Pycnodonten. Wien 1856.

ist. Heckel gab diesem, dem Zwischenkiefer entsprechenden Kieferstücke den Namen des *Vorkiefers;* eine ähnliche Bildung ist bisher bei keinem andern Fische beobachtet worden.

Das *Gebiss* der Reiffische ist von zweierlei Beschaffenheit. Die in 2 Paare gestellten Zähne des Zwischenkiefers und Vorkiefers sind entweder eckzahn- oder meiselartig; die hinter ihnen liegenden des Gaumens und der Unterkinnlade sind rundliche oder elliptische Mahlzähne. Auf dem Gaumen sitzen 5 Längsreihen von Zähnen, die nach hinten grösser werden; die Mittelreihe enthält die grössten Zähne. In jedem Unterkieferaste finden sich 3 bis 6 Längsreihen von Mahlzähnen, wobei bemerklich zu machen ist, dass die Reiffische des lithographischen Schiefers in der Regel mit 4 Reihen versehen sind. Diese 4 Reihen liegen auf zwei schief gegen einander geneigten und daher nachenförmig ausgehöhlten Flächen und zwar so, dass die beiden innersten Zahnreihen aneinander stossen; die äussere und dritte Reihe enthält die grössten Zähne, die zweite und innerste die kleinsten. Bei geschlossenem Munde senkt sich der etwas gewölbte Gaumen in die nachenförmige Aushöhlung des Unterkiefers herab.

Eine Eigenthümlichkeit, welche die Pycnodonten von allen andern Fischen — mit einziger Ausnahme der beiden Gattungen Platysomus und Pleurolepis — unterscheidet, sind die Leisten oder *Reife,* welche den Rumpf, sei es in seiner ganzen Länge oder nur in seiner Vorderhälfte, von der Rückenfirste bis gegen den Bauchkiel in einem flachen Bogen, dessen Concavität nach vorn gerichtet ist, durchziehen. Ich habe zuerst nachgewiesen, dass diese Reife nicht dem innern Skelete angehören, sondern der Schuppenbedeckung, indem sie nämlich zum Ansatze der Schuppen dienen oder vielmehr aus der Ineinanderfügung der vordern verdickten Ränder der Schuppen hervorgehen und dadurch gegliedert werden. Wegen ihrer Zugehörigkeit zur Hautbildung hat Heckel diese Reife als *Hautrippen* bezeichnet. Auch vom Bauchkiele

gehen sogenannte Kielrippen aus, die bald kürzer, bald länger sind. Die Verschiedenartigkeit der Formen dieser Hautrippen, insbesondere bei den tertiären Gattungen, hat Heckel sehr ausführlich erörtert, worauf hier sowie auf das anderweitige osteologische Detail, der Kürze wegen, verwiesen wird. Die Schuppen sind mit Schmelz bedeckt, rhomboidal und artikuliren mit einander dadurch, dass die Vorderleiste einer jeden Schuppe unten einen langen, spitzen Zacken herabschickt, der an das zu diesem Behufe schief ausgeschweifte obere Ende der Vorderleiste der nächst untern Schuppe sich fest anlegt. Die Schuppenbedeckung reicht nur so weit als die Reife sich erstrecken.

Von den *Flossen* sind Schwanz-, After- und Rückenflosse am stärksten entwickelt und beide letztere stehen sich einander gegenüber; die Brustflossen sind mittelmässig, die Bauchflossen sehr klein und gewöhnlich weggebrochen. Ein Besatz von Schindeln fehlt allen Flossen.

Die Beschaffenheit der *Wirbelsäule* hat zuerst Heckel genau erörtert. Knöcherne Wirbel fehlen ganz; die Rückensaite war für immer im weichen ungegliederten Zustande geblieben. Blos den Anfang derselben hinter dem Schädel umgibt eine kurze knöcherne Röhre, hinter welcher zwei Reihen Knochenschilder (Halbwirbel) folgen, von denen die eine der obern Hälfte der Rückensaite, die andere der untern Hälfte derselben ansitzt. Aus dem Rücken dieser Schilder entspringen die knöchernen Dornfortsätze und auch noch besondere horizontale Dornen, welche die Stelle von Gelenkfortsätzen einnehmen. Dabei zeigt sich nun je nach dem Alter der Gebirgsformationen, worin diese Fische abgelagert sind, eine doppelte Verschiedenheit. Bei allen Reiffischen nämlich aus dem Jura und der Kreide lassen die Halbwirbel die Seiten der Chorda dorsalis ganz frei, so dass an deren Stelle ein nackter glatter Längsstreif sichtlich bleibt; ferner sind sie nur mit einfachen Gelenkfortsätzen versehen. Bei allen tertiären Reiffischen dagegen greifen die obern und untern Halbwirbel an den Seiten der Chorda abwechselnd in

einander oder stossen zusammen und die Gelenkfortsätze stehen zu 2 bis 7 beisammen und erscheinen dadurch kammförmig.

In der angegebenen Weise lassen sich demnach die Reiffische des lithographischen Schiefers scharf von denen des Tertiärgebirges scheiden und beide Formationen haben keine Gattung mit einander gemein. Für die Pycnodonten des lithographischen Schiefers, mit denen wir uns hier allein zu befassen haben, nehmen wir 4 Gattungen an: *Gyrodus, Mesturus, Microdon* und *Mesodon.* Man hat sonst auch noch die beiden Gattungen Sphaerodus und Scrobodus hier angeschlossen, allein erstere ist ganz einzuziehen, weil sie nur auf Zähnen von Lepidotus oder Plesiodus beruht, und letztere ist zwar selbstständig, muss aber an eben genannte Gattung angereiht werden. Die vier Gattungen ächter Reiffische aus dem lithographischen Schiefer lassen sich in 2 Gruppen abtheilen:

†) Reife den ganzen Rumpf einnehmend, Vorderzähne kegelförmig.

I. *Gyrodus*, Schwanzflosse tief gabelig gespalten.

II. *Mesturus,* Schwanzflosse ausgefüllt.

††) Reife nur den Vorderrumpf einnehmend, Vorderzähne meiselförmig.

III. *Microdon*, Schwanzflosse seicht ausgeschnitten, Rücken- und Afterflosse hinterwärts sehr schmal.

IV. *Mesodon,* Schwanzflosse ausgefüllt fächerförmig, Rücken- und Afterflosse durchgängig sehr hoch.

Was die stratigraphische Verbreitung der Pycnodonten anbelangt, so treten sie zum Erstenmale mit einer einzigen Art, Microdon (richtiger Mesodon) liassicus Eg. im englischen Lias auf, stellen sich zahlreich im weissen Jura (hauptsächlich im lithographischen Schiefer) und in der Kreideformation ein und erscheinen zum Letztenmale im Tertiärgebirge.

I. Gyrodus *Ag.*

Mahlzähne rundlich, auf der Oberfläche mit einem gefurchten Graben und Walle umgeben, aus dessen Mitte eine Warze vorragt; Kopf abgestutzt; Rücken- und Afterflosse anfangs hoch, dann sich schnell erniedrigend und als schmaler Saum vor der Schwanzflosse auslaufend, letztere tief gespalten.

Der ganze Rumpf ist beschuppt und die Schuppen sind auf ihrer Oberfläche maschenartig gerunzelt und gekörnt, doch werden diese Skulpturen öfters durch Abblättern der obern Lagen oder durch Abreibung mehr oder minder verwischt. Die Kopfplatten, so lange sie unbeschädigt sind, sind zahlreich mit Körnern besetzt. Die Kielrippen sind sehr kurz. — Diese Gattung ist unter den Reiffischen des lithographischen Schiefers die häufigste und nicht bloss in den fränkischen, sondern auch in den schwäbischen und südfranzösischen Schichten verbreitet; aus letzteren ist freilich bisher nur ein einziges Exemplar bekannt geworden, das Thiollière in Verbindung mit G. macrophthalmus Ag. brachte. Agassiz zählte 11 Arten von Gyrodus aus unsern Schiefern auf, wovon jedoch 2, als der Gattung Mesodon zuständig, ausgeschieden werden müssen. Dagegen gehören von seinen 5 Arten von Microdon 4 nicht zu dieser Gattung, sondern zu Gyrodus, wodurch also die Zahl der Arten von letzterem auf 13 gebracht würde. Allein auch hievon sind wieder 2 zu streichen, denn die beiden Species, welche Agassiz als analis und platusus sowohl bei Gyrodus als Microdon aufführt, sind nur aus Versehen doppelt aufgezählt und gehören ausschliesslich zu Gyrodus. Demnach würden für letztere Gattung noch 11 Arten übrig bleiben, denen ich schon in meiner früheren Monographie eine genauere Prüfung gewidmet habe. Indem ich auf diese Arbeit hinweise, kann ich mich hier begnügen, die feststehenden Arten kurz zu charakterisiren und werde nur da länger verweilen, wo das mir seitdem reichlich zugeströmte neue Material Veranlassung zu weiteren Bemerkungen

gibt. Im Ganzen zähle ich jetzt für die Gattung Gyrodus nur noch 6 Arten auf, wobei ich jedoch bemerklich machen muss, dass bei der grossen Aehnlichkeit aller dieser Fische sowohl in ihren Conturen als in ihrer Beschuppung es zur Zeit noch nicht gelungen ist, alle Arten durch scharfe Sonderung fest zu begründen.

1. G. titanius *Wagn.*

Mit diesem Namen bezeichne ich alle die grossen Exemplare von Gyrodus, die mit Inbegriff der Schwanzflosse eine Länge von 2 bis 3 Fuss erreichen. Solcher Exemplare besitzen wir dahier 4, die als ziemlich vollständig bezeichnet werden können, ausserdem noch 2, die das hintere Ende verloren haben und verschiedene geringere Fragmente. Gemeinsame Merkmale für diejenigen Individuen, die ihren Körperumriss gut conservirt haben, sind die, dass die Höhe des Rumpfes zu der Körperlänge (von der Schnauzenspitze bis zum Anfang der Schwanzflosse) sich fast wie 2 zu 3 verhält und dass die Rückenlinie von der Rückenflosse an vorwärts fast horizontal verläuft, bis sie dann gegen das Profil des Hinterkopfes steil abstürzt. Ausserdem ist noch hervorzuheben, dass die Schädelplatten zahlreich mit Körnern und die sämmtlichen Schuppen mit maschenartigen Runzeln wie mit feineren Körnern besetzt sind. Zu dieser Art rechne ich zunächst die 4 Arten, welche Agassiz als solche unterschieden hat, nämlich *G circularis rhomboidalis*, *punctatissimus* und *multidens*, von denen ich mich schlechterdings ausser Stande sehe, specifische Verschiedenheiten zu ermitteln. Hiemit soll keineswegs behauptet werden, dass solche nicht etwa existiren könnten, aber die mir vorliegenden Exemplare sind nicht angethan, um an ihnen specifische Differenzen nachzuweisen und desshalb vereinige ich sie vor der Hand mit einander. Da ich diese Formen früherhin ausführlich beschrieben habe, so kann ich mich hier in der Kürze fassen.

a. G. circularis Ag.

Ag. II b S. 236. 300. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 10 tab. 1.

Das Exemplar von Solenhofen, auf welches Agassiz den G. circularis begründete, kann, obwohl es eines der kleineren ist, doch, insofern es das vollständigste ist, als Typus des G. titanius betrachtet werden. Seine Länge von der Schnauzenspitze bis zum Anfang der Schwanzflosse beträgt 17″, die Rumpfhöhe 11″.

Ausserdem hat Agassiz noch ein Fragment des Schuppenpanzers von Eichstädt zu seinem G. circularis gezählt.

Mit diesem habe ich schon früher ein anderes grösseres Exemplar, das sich im Besitz des Herrn Hofraths Dr. *Fischer* dahier befindet und ebenfalls von Solenhofen stammt, in Verbindung gebracht. Seine Länge ist fast 2′ und die Rumpfhöhe 16½″. — Seitdem hat uns die Häberlein'sche und die h. Leuchtenberg'sche Sammlung noch 2 grosse Exemplare, beide von Solenhofen, zugeführt, von denen das erstere fast 2′ lang und 15″ 6‴ hoch ist, das letztere beinahe gleiche Grösse hat. Beide weiss ich nicht von G. circularis zu scheiden, so wenig als zwei andere grosse Exemplare, deren Hintertheil abgebrochen ist.

b. G. rhomboidalis Ag.

Ag. II b. S. 236, 300. — *Wagn.* a. a. O. S. 19 tab. 1 fig. 2.

Nach einem hiesigen Exemplare von Solenhofen hat Agassiz diese Art aufgestellt; ihre Länge beträgt 19½″, die Rumpfhöhe 12″. Zwei Panzer-Fragmente von Daiting hat er gleichfalls an sie verwiesen. Als Unterschied von G. circularis gibt er nichts weiter an, als dass bei letzterem die Runzeln auf den Schuppen minder zahlreich und minder vorspringend sind. Dieses Merkmal ist zwar begründet, allein es ist doch nur ein zufälliges, indem es davon herrührt, dass die Schuppen bei G. rhomboidalis besser erhalten sind als bei G. circularis. Auch die

erheblichere Grösse der Zähne des ersteren wird wohl in Verbindung mit seiner überhaupt grösseren Gestalt gebracht werden dürfen.

c. G. punctatissimus Ag.

Ag. II b. S. 236, 300. — *Wagn.* S. 27.

Ist nur ein Abdruck eines grossen Panzerfragmentes auf dem Gesteine, wo der Kiemendeckel und Schultergürtel mit zahlreichen gröberen, die Schuppen mit feineren Löchern besetzt sind. Die Punktation der Kopftheile rührt ohne allen Zweifel von dem zahlreichen Besatz der Schädelknochen mit Körnern her, und die der Schuppen weist ebenfalls darauf hin, dass deren Maschennetz häufiger als gewöhnlich mit Körnern versehen war, welche letztere allein ihre Eindrücke auf dem Gesteine hinterliessen. Von Kelheim.

d. G. multidens Münst.

Münst. im Jahrb. f. Min. 1836 S. 581. — *Wagn.* S. 23 tab. 1 fig. 3, 4.

Diese Art ist lediglich auf ein Unterkieferfragment von Pointen in der Oberpfalz begründet und besteht aus der hintern Hälfte des Kiefers mit dem aufsteigenden Aste, wozu noch das entsprechende Stück der Gaumenplatte gehört. Beide Theile sind ganz aus dem Gesteine ausgelöst und daher von allen Seiten sichtlich. Dass diese Fragmente von einem sehr grossen Exemplare herrühren, gibt ihre ansehnliche Grösse zu erkennen. Sowohl der Unterkiefer als die Vomeralplatte sind von beiden Seiten gewaltsam zusammen gedrückt, was besonders von letzterer gilt, auf der jetzt nur noch 4 Längsreihen, dicht gedrängt und verschoben, sichtlich sind, während die mittlere Reihe abgesprengt und von ihr nur noch hinten der eine grosse Zahn übrig geblieben ist. Das Gebiss dieses Schnauzenstückes erscheint allerdings auf den ersten Anblick sehr verschieden von dem des G. circularis, allein diese Differenz könnte, wie ich jetzt nach genauerer Kenntniss des Zahnsystemes der

Gattung Gyrodus überzeugt bin, doch wohl nur davon herrühren, dass am G. circularis die Zähne noch wohlgeordnet und wenig abgerieben sind, während sie bei G. multidens, einem älteren und grösseren Individuum, nicht bloss durch einander geschoben und theilweise abgesprengt sind, sondern auch durch beträchtliche Abnützung in ihren Formen stark alterirt wurden. Immerhin könnte demnach G. multidens noch mit den andern grossen Formen zusammen gehören, obwohl er am ersten Anspruch auf Absonderung von ihnen hätte.

Noch ist uns neuerdings mit der Häberlein'schen Sammlung eine isolirte Gaumenplatte zugekommen mit ihren 5 wohlerhaltenen Längereihen von Zähnen. Vorn ist sie abgebrochen, hinten aber scheint sie vollständig zu seyn; ihre Länge beträgt 2½ Zoll. Die mittlere Reihe enthält noch 10 Zähne; in der äussersten Reihe lassen sich noch 16 zählen. Aehnliche Gaumenplatten kommen nicht selten bei Schnaitheim und Wippingen vor, unter denen eine der grössten die ist, welche Graf *Mandelslohe* in den würtemberg. Jahresheften I tab. 1 fig. 2 abbilden liess. Sie stammen alle von grossen Thieren her; indess sind diese isolirten Gaumenplatten nicht ausreichend, um daran die Species zu erkennen.

Zu unseren G. titanius gehört nun wohl auch das bei Nusplingen gefundene grosse Exemplar, dessen *Quenstedt*[1] und *Fraas*[2] gedenken und die ganze Länge zu 2′ 2″ und die Höhe zu 1′ 3″ angeben. Gebiss und Dimensionsverhältnisse stimmen wenigstens mit unsern Exemplaren.

2. G. hexagonus *Blainv.*

Stromateus hexagonus. Blainv. verstein. Fische v. Krüger S. 42, 73. — *Microdon hexagonus. Ag.* II b p. 206 tab. 69ᶜ fig. 4, 5. —

---

1) Der Jura S. 809.

2) Würtemb. Jahreshefte. XI S. 99.

Gyrodus hexagonus. Wagn. Münchn. Abh. VI S. 40 tab. 3 fig. 1). — *G. rugosus. Quenst.* Petrefaktenk. S. 211 tab. 16 fig. 1. — *Microdon analis. Ag.* p. 207 tab. 69c fig. 3. — *Gyrodus analis. Ag.* p. 300. — *G. lepturus. Wagn.* a. a. O. S. 30.

Die gewöhnlichste Art, die zahlreich bei Solenhofen gefunden wird, obwohl gut erhaltene Exemplare immerhin nicht häufig sind. Theils durch Defekte, theils durch Verdrückung sind sie mitunter in ihren Formen alterirt und können dann Veranlassung zur Errichtung von Nominalarten geben. Vom G. titanius unterscheidet sich der G. hexagonus nicht bloss durch weit geringere Grösse, sondern noch weiter dadurch, dass die Höhe des Rumpfes im Verhältniss zur Länge etwas beträchtlicher ist und die Rückenlinie vor der Rückenflosse nicht horizontal, sondern etwas bogig ist. Die Schuppen, welche freilich oft abgefallen sind, sind ebenfalls runzelig und gekörnt. Unser grösstes Exemplar ist bis zum Anfang der Schwanzflosse 6″ 2‴, bis zur Mitte der Gabelung derselben gegen 7″ lang; die Rumpfhöhe misst 4″ 7″. Das von mir abgebildete Exemplar ist bis zur Schwanzflosse 4″ 7‴ lang und 3″ 8½‴ breit.

Dass der Microdon hexagonus von Agassiz ein ächter Gyrodus ist, habe ich schon früher nachgewiesen. Ebenso habe ich bereits gezeigt, dass dessen Microdon analis Ag. nur ein Doppelname ist, nicht von G. hexagonus getrennt werden kann. Ein gleicher Fall tritt für den G. lepturus ein, dessen specifische Absonderung ich wieder aufheben muss, da dessen schmale Schwanzlappen theils von der geringern Grösse des Thieres, theils von Beschädigung herrühren. Ferner stellt die von Quenstedt unter dem Namen G. rugosus von Solenhofen gelieferte Abbildung nicht diesen, sondern den G. hexagonus dar.

Noch habe ich eines neuacquirirten Exemplares von Solenhofen zu gedenken, das ich in der hiesigen Sammlung als *Gyrodus turgidus* auf-

stellte. Bei einer Länge von 8″ 4‴ bis zur Schwanzflosse erreicht es eine Höhe von fast 7½″, ist demnach nicht bloss viel grösser als alle Exemplare von G. hexagonus, sondern hat zugleich auch eine weit beträchtlichere Höhe. Ich würde unbedenklich dieses Stück für eine eigenthümliche Art erklären, wenn mir nicht der Umstand bedenklich wäre, dass die Schwanzflosse verrückt ist und durch Abbruch ihres Stieles vorwärts geschoben ist, wodurch ihr Abstand von der Schnauzenspitze verkürzt wird und also das vorhin angegebene Maass der Körperlänge zu geringe ausgefallen ist. Supplirt man das an derselben Fehlende, so würden die Verhältnisse des G. hexagonus, und zwar in seiner grössten Ausprägung, zum Vorschein kommen.

3. G. platurus *Ag.*

Ag. II a p. 16; b p. 236. — *Microdon platurus. Ag.* II b p. 208. — *G. truncatus. Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 46.

Auch diese Art hat Agassiz unter dem doppelten Gattungsnamen Gyrodus und Microdon platurus aufgeführt. Obwohl ich mich schon früher überzeugt hatte, dass unter letzterer Benennung ebenfalls ein Gyrodus gemeint ist, so schien es mir doch wahrscheinlich, dass wenigstens 2 besondere Arten darunter zu verstehen seyn möchten und legte daher, zur Vermeidung von Confusion, dem Microdon platurus, der mir in 2 von Agassiz selbst etikettirten Exemplaren von Solenhofen vorliegt, den Namen von Gyrodus truncatus bei. Nachdem mir es aber jetzt klar geworden ist, dass der G. platurus Ag., von dem weder eine Notiz noch ein Exemplar vorhanden ist, einerlei mit Microdon platurus ist, muss ich den Namen G. truncatus zurücknehmen und den von G. platurus restituiren.

4. G. macrophthalmus *Ag.*

Ag. II b p. 224 tab. 67. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 28. — *G. frontatus. Ag.* p. 226 tab. 68. — *Wagn.* a. a. O. S. 29.

Agassiz unterschied diese beiden von Kelheim stammenden Arten dadurch, dass bei *G. frontatus* der Bauch weit breiter und die Stirne minder abschüssig sei als bei *G. macrophthalmus*. Diess ist allerdings richtig für die beiden Exemplare, welche Agassiz als Vorlage zu seinen Abbildungen dienten, allein ihre nähere Besichtigung zeigt, dass bei letzterem die ganze Vorderhälfte des Bauchrandes weggebrochen und bei beiden die Contur der Stirngegend beschädigt ist. Da sie nun in allen übrigen Stücken zusammen stimmen, so lässt sich schliessen, dass sie auch in den beiden vorhin genannten überein kommen werden. Ich vereinige sie daher zu einer Art und unterscheide in dieser 2 Varietäten: eine grössere als G. macrophthalmus, und eine kleinere als G. frontatus.

Wahrscheinlich wird zu letzterer auch Münster's *G. maeandrinus* (Jahrb. f. Min. 1842 S. 45) gehören, der nur auf einem stark beschädigten Exemplare beruht, über welches ich in meiner Monographie S. 30 die erforderlichen Aufschlüsse gegeben habe. Bei seinem mangelhaften Zustande lässt es sich mit keiner Sicherheit bestimmen; nimmt man indess auf seinen Fundort, Kelheim, Rücksicht, so ist es noch am ersten zu G. frontatus zu verweisen. Solche unbestimmbare Exemplare sollte man eigentlich gar nicht in Erwähnung bringen.

5. G. rugosus *Münst.*

Ag. II b p. 227 tab. 69. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 29.

Obwohl diese Art sehr ähnlich der vorigen ist, mit der sie auch den Fundort theilt, so halte ich sie doch von ihr wegen der länger gestreckten, schmächtigeren Gestalt für verschieden.

Bezüglich des *Microdon abdominalis Ag.*, der ein ächter Gyrodus ist und nur auf einem einzigen Exemplare ohne Kopf beruht, so habe ich ihn schon in meiner früheren Arbeit (a. a. O. S. 45) an G. rugo-

sus angereiht, zu dem er mehr passt als zu G. hexagonus, obwohl er gleich diesem von Solenhofen kommt.

6. G. gracilis *Münst.*

Münst. Beitr. III S. 128 tab. 8 fig. 2. — *Ag.* II b p. 237. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 32.

Ich habe früher die zwerghaften Exemplare, durch welche diese Form repräsentirt ist, für Jugendstände des G. hexagonus gehalten. In Anbetracht jedoch, dass die 3 bekannten Exemplare bei Kelheim gefunden wurden, möchte es wohl wahrscheinlicher seyn, dass sie dem jugendlichen Alter des G. macrophthalmus angehören[1].

II. Mesturus *Wagn.*

Mit der h. Leuchtenberg'schen Sammlung ist der hiesigen eine neue Gattung von Reiffischen zugekommen, der ich den Namen *Mesturus* (*Μεστὸς, voll, οὐρὰ, Schwanz*) beigelegt habe. Sie lässt sich kurz durch folgende Merkmale charakterisiren: Habitus, Bereifung und Beschuppung wie bei Gyrodus, Schwanzflosse wie bei Palaeobalistum, nämlich ausgefüllt. Zur Zeit ist sie nur nach einem einzigen Exemplare bekannt, das ich als M. verrucosus benannt habe.

1. M. verrucosus *Wagn.*
Tab. 3 Fig. 1.

Die ganze Form des Körpers ist die von Gyrodus. Wie bei die-

---

1) Noch führt *Quenstedt* (Petrefaktenk. S. 211) einen *Gyrodus medius* von Kelheim auf, von dem er eine Schuppe und eine Unterkieferhälfte mit ihren Zähnen abbildet, sonst aber von seinen Eigenthümlichkeiten nichts weiter sagt, als dass er seine Länge auf 15" schätze. In der hiesigen geognostischen Sammlung liegt von gleichem Fundorte die stark beschädigte Hinterhälfte eines Exemplares, das ohngefähr die gleiche Grösse mit vorigem erreicht haben mag. Weder das eine noch das andere ist geeignet, darauf eine besondere Art begründen zu können.

sem ist nicht bloss die vordere, sondern auch die hintere Hälfte des Leibes mit Reifen belegt und eben desshalb der ganze Rumpf mit Schuppen dicht bedeckt. Ebenfalls wie bei Gyrodus verläuft die Wirbelsäule hoch über der Mitte des Leibes.

Ganz verschieden von Gyrodus ist die Beschaffenheit der *Schwanzflosse.* Auf einem breiten, kräftigen, dicht beschuppten Stiele sitzt die verhältnissmässig sehr kurze Schwanzflosse, die keineswegs wie bei Gyrodus tief gespalten, sondern im Gegentheil ganz ausgefüllt ist, so dass, ähnlich wie bei Palaeobalistum Heck., der Hinterrand der Flosse etwas gewölbt ist mit 2 schwachen seitlichen Ausbuchtungen. Der mittlere Theil der Flosse ragt hinterwärts so weit hervor als die beiden Seitengipfel. Bei Pycnodus und Microdon ist die Schwanzflosse viel tiefer ausgeschnitten und daher überragen bei ihnen die Seitenlappen ansehnlich den Mitteltheil. — Die Strahlen der Schwanzflossen sind in regelmässiger Ordnung nach beiden Seiten vertheilt. Auf die beiden einander entsprechenden Strahlen in der Mitte folgen jederseits 17 Strahlen, an welche sich neben dem Aussenrande noch einige kürzere anlegen. Alle Strahlen sind nach kurzer Entfernung von ihrer Basis quer gegliedert, die Glieder sehr kurz. Die ersten 5 bis 6 Strahlen vom Aussenrande an sind der Länge nach ungetheilt; dann folgen solche, die einmal längsgespalten sind, weiter einwärts theilt sich jeder der Aeste wieder in zwei, wird also vierstrahlig, und in der Mitte wird jeder durch nochmalige Theilung achtspaltig.

Sowohl von der *Rücken-* als *Afterflosse* fehlt der Anfang; der gegen die Scwanzflosse hinziehende Theil ist schmal wie bei Gyrodus, also sehr verschieden von Mesodon. Von der Brustflosse sind Spuren vorhanden; die Partie, wo die Bauchflossen stehen würden, fehlt.

Der ganze Rumpf ist wie bei Gyrodus mit *Reifen* (Hautrippen) belegt und mit *Schuppen* bedeckt, die noch den ganzen Schwanzstiel über-

ziehen. Die Oberfläche der Schuppen ist mit lauter kleinen Körnern besetzt. Auch der ganze Schädel ist mit braunen Körnern überstreut, die auf dem Obertheil am grössten werden und spitze, rauhe Warzen bilden. Die ganze Oberfläche des Fisches ist rostbraun.

Vom *Gebisse* ist leider wenig vorhanden; die vorderen Kieferspitzen abgebrochen. Sowohl im Unterkiefer als am Gaumen ist nur eine Reihe kleiner Zähne sichtlich, die eine walzige, gefurchte, innen hohle Wurzel haben, auf welcher, durch einen Querring abgeschnürt, ein etwas angeschwollenes, glattes, gewölbtes Köpfchen sitzt, das in der Mitte meist in eine stumpfe Spitze ausgezogen ist.

Ganze Länge von der Schnauze bis zum Ende der Schwanzflosse ohngefähr	19″	0‴
Grösste Rumpfhöhe	11	6
Breite des beschuppten Schwanzstieles	1	8
Länge der beiden mittleren Schwanzstrahlen . .	2	2
Spannweite der Schwanzflosse ohngefähr	7	0

Dieses Exemplar ist in den Steinbrüchen von Eichstädt gefunden worden.

III. Microdon *Ag. Heck.*

In meiner früheren Monographie habe ich gezeigt, dass die von Agassiz aufgestellte Gattung Microdon aus 2 verschiedenen Gattungen zusammengesetzt ist, indem von ihren 5 Arten aus dem lithographischen Schiefer die eine, der M. elegans, mit dem Gebisse von Pycnodus, die 4 andern, M. hexagonus, analis, abdominalis und platurus, mit dem Gebisse von Gyrodus versehen sind. Ich löste demnach die Gattung Microdon auf, indem ich ihre erste Art mit Pycnodus, die 4 andern mit Gyrodus vereinigte. *Thiollière* in seiner trefflichen Bearbeitung der Fische des lithographischen Schiefers im südlichen Frankreich stimmte mir vollständig bei und eben so rechtfertigte *Heckel* diese Trennung, jedoch mit

einer Modifikation. Er hatte nämlich die Entdeckung gemacht, dass bei allen Reiffischen des Tertiärgebirges die obern und untern Halbwirbel der Rückensaite mit einander zusammen stossen, während bei denen der Jura- und Kreide-Formation sie getrennt bleiben und die Seitentheile der chorda ganz frei lassen. In Folge dieser wichtigen Wahrnehmung konnte freilich der Microdon elegans aus dem lithographischen Schiefer nicht mehr mit den tertiären Arten von Pycnodus vereinigt bleiben. Heckel stellte daher für den Microdon elegans und die ihm verwandte Art die Gattung Microdon wieder her, doch wäre es besser gewesen, wenn er statt dieses Namens einen neuen gewählt hätte, weil seine Gattung Microdon auf andern Charakteren als auf den von Agassiz aufgestellten beruht.

Nach dieser Berichtigung sind jetzt für die Gattung Microdon Ag. Heck. folgende Merkmale aufzustellen: Vorderzähne meiselförmig, Mahlzähne elliptisch, glatt und flach gewölbt, Schwanzflosse seicht ausgeschweift, Reife nur den Vorderrumpf einnehmend, obere und untere Halbwirbel vollständig getrennt, mit einfachen Gelenkfortsätzen.

Das Gebiss ist im Wesentlichen vom Typus der Gattung Pycnodus, jedoch finden sich auf jedem Unterkieferaste nicht wie bei letzterem 3, sondern 4 Zahnreihen. Ueber die Stellung der Zähne auf dem Gaumen stehen die Angaben von Heckel im Widerspruche mit denen von Thiollière. Nach Ersterem besteht bei M. elegans die Mittelreihe abwechselnd aus einem grossen Zahne und darauf folgend aus zwei kleineren, wesshalb er für den Gaumen nur drei Längsreihen aufführt. Thiollière gibt dagegen 5 solcher an, die parallel mit einander verlaufen. Diese Differenzen in den Angaben lassen sich jedoch ausgleichen, wenn ich diess auch nicht nach unsern Exemplaren aus dem lithographischen Schiefer zu thun vermag, da bei diesen der Gaumen nicht frei sichtlich darliegt. Indess andere Exemplare aus dem Jura können uns hiebei aushelfen.

Zunächst berufe ich mich auf den *Pycnodus Preussii Münst.*[1] aus dem jurassischen Lindnerberge bei Hannover, dessen Gaumenplatte die gleiche Anordnung der Zähne zeigt, wie sie Heckel vom M. elegans angibt, und der ihn daher mit Recht der Gattung Microdon zuweist. Ferner zeigt eine, dem Dr. *Oppel* zugehörige Gaumenplatte aus dem Jura von Solothurn die gleiche Anordnung wie bei P. Preussii und gehört daher ebenfalls zu Microdon[2]; bei beiden letztgenannten Formen sind je die 2 kleinen Zähne der Mittelreihe, die regelmässig mit dem einen grossen Mittelzahn alteriren, ziemlich weit auseinander gerückt. Bei *Pycnodus Itieri Th.* endlich, auf welchen Thiollière die Beschreibung des Gebisses stützte, sind diese beiden kleinern Zähne noch etwas weiter auseinander stehend und daher noch weniger in den Zwischenraum zwischen je 2 grossen Mittelzähnen eingreifend als es bei dem Exemplare von Solothurn der Fall ist. Ist diese Differenz schon wenig erheblich, so wird sie sich wahrscheinlich bei weiteren Untersuchungen ganz aufheben, da Thiollière selbst angibt, dass die Zähne auf der Gaumenplatte des P. Itieri nicht mehr in voller Ordnung waren. Hiemit bestätigt sich also die Angabe von Heckel, dass auf dem Gaumen von Microdon eigentlich nur drei Reihen von Zähnen anzunehmen und zwar in der Weise,

---

1) *Münst.* Beitr. VII tab. 2 fig. 255.

2) Diese Gaumenplatte von Solothurn gehörte einem grossen Individuum an, indem sie selbst in ihrem jetzigen defekten Zustande noch eine Länge von beinahe 2 Zoll hat. Von den grossen bohnenförmigen Zähnen der Mittelreihe liegen noch 6 vor, deren hinterster 4½ Linien misst. Im Zwischenraume zwischen je zwei solchen grossen Zähnen liegen regelmässig die beiden kleineren auf gleicher Querlinie, doch getrennt voneinander. Jeder Aussenrand der Platte ist mit einer einfachen Reihe etwas grösserer Zähne besetzt. In der Vorderhälfte der rechten Seite liegen in den Zwischenräumen noch etliche ganz kleine Zähne herum, die von andern Theilen abgerissen hier eine zufällige Lagerstätte gefunden haben. Alle Zähne sind vollkommen glatt.

dass längs der Mittellinie im Zwischenraume je zweier grosser Zähne zwei kleinere eingeschoben sind.

Während sich sonst im lithographischen Schiefer Frankens die Arten einer Gattung in der Regel zahlreicher einstellen als in dem des südlichen Frankreichs, tritt dagegen für die Gattung Microdon der gegentheilige Fall ein, indem Thiollière aus letzterer Lokalität 5 eigenthümliche Arten aufführt, während bei uns bisher der M. elegans ihr einziger Vertreter war. Zwar sind auch noch 2 andere Arten aufgestellt als M. notabilis und formosus, aber da sie nur nach den Zähnen des Unterkiefers bekannt sind, lässt sich ihr Verhältniss zu M. elegans nicht bestimmen. Um nicht ohne triftigen Anhaltspunkt die Zahl der Arten aufs Ungewisse zu vermehren, reihe ich jetzt diese beiden Formen an M. elegans an; dagegen füge ich diesem eine zweite Species bei, obgleich ich ihre Selbstständigkeit nicht mit Sicherheit verbürgen kann[1].

1. M. elegans *Ag.*

Ag. II b p. 205 tab. 69^{b}. — *Heckel* a. a. O. S. 15. — *Pycnodus elegans. Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 36.

---

1) Noch habe ich eines Unterkiefer-Fragmentes von Eichstädt zu erwähnen, das nach den Zähnen eine eigenthümliche Form anzeigt. Es stimmt mit einem andern, von Schnaitheim stammenden, das Quenstedt in seinem Jura tab. 96 fig. 21 abbildet, sehr überein. Derselbe bezeichnet letzteres Fragment als dem Gyrodus umbilicus Ag. angehörig; eine Bestimmung, für die keine Gewähr gegeben werden kann, da diese Species nur nach den Gaumenzähnen gekannt ist, aus denen sich nicht mit Sicherheit auf die Form der Unterkieferzähne schliessen lässt. Obiges Fragment von Eichstädt führe ich nur an, weil es etwas Eigenthümliches anzeigt. Es gehört nach den Zähnen weder zu Gyrodus, noch zu Mesodon oder Pycnodus; am nächsten ist es mit Microdon verwandt, will aber doch auch nicht recht stimmen.

Eine seltene Art von Solenhofen, zu der weder die h. Leuchtenberg'sche noch die Häberlein'sche Sammlung ein neues Exemplar gebracht hat [1]. — An diese Species schliesse ich die beiden vorhin genannten an, die nur nach den Zähnen des Unterkiefers gekannt sind und deren richtige Stellung erst nach Auffindung vollständigerer Exemplare bestimmt werden kann.

a) *M.* (*Pycnodus*) *notabilis Münst. Wagn.* a. a. O. S. 37 tab. 3 fig. 3.

Könnte am ersten mit M. elegans zu verbinden seyn.

b) *M.* (*Pycnodus*) *formosus Wagn.* S. 39 tab. 3 fig. 4.

Scheint auf eine andere Art als M. elegans hinzuweisen, wie denn auch seine Lagerstätte einer andern Formations-Abtheilung angehörig ist.

2. M. nanus *Wagn.*

Aus der Häberlein'schen Sammlung ist in die hiesige ein überaus gut erhaltenes, aber zwerghaftes Exemplar eines Microdon zugegangen, der im Kleinen den M. elegans darstellt und den ich als M. nanus bezeichnet habe. Seine ganze Länge beträgt nur 2''. Ob eigne Art, ob Jugendzustand von M. elegans, ist nicht zu ermitteln.

---

1) Unter den von Thiollière aus dem lithographischen Schiefer von Cirin aufgeführten 5 Arten von Microdon (Pycnodus) sind nur 2 mit unserem M. elegans nahe verwandt, nämlich *M. Bernardi* und *M. Wagneri.* Ersterer ist bei gleicher Höhe mit M. elegans etwas länger als dieser, auch soll die Schwanzflosse tiefer ausgerundet seyn. Die andere Art ist bei gleicher Höhe etwas kürzer und gedrungener als M. elegans; sie ist aber von letzterem besonders dadurch verschieden, dass in der hintern Rumpfhälfte noch einige kurze Reife vorkommen, die unserer hiesigen Species ganz abgehen. Die Schwanzflosse des M. Wagneri ist übrigens wie bei M. elegans geformt.

IV. Mesodon *Wagn.*

Bisher waren nur zwei, früher mit Gyrodus confundirte Arten, *M. macropterus* und *M. gibbosus*, jede bloss nach einem einzigen Exemplare bekannt. Sowohl die Häberlein'sche als die h. Leuchtenberg'sche Sammlung hat uns neues Material geliefert, nämlich 2 Exemplare von M. macropterus und 4 andern, aus denen ich 2 neue Arten: *M. Heckeli* und *M. pulchellus*, errichtet habe [1]. Obwohl noch immer der Zahnbau nicht vollständig bekannt ist, so ist es doch mir jetzt geglückt, wenigstens das Vorhandenseyn eines Vorkiefers mit meiselförmigen Zähnen nachzuweisen.

1. M. Heckeli *Wagn.*

Tab. 1 Fig. 5.

Aus der Häberlein'schen Sammlung und von Solenhofen herstammend. Kommt an Grösse mit den grossen Arten von Gyrodus überein, indem bei vollständiger Erhaltung die ganze Länge mit Inbegriff des Schwanzes wohl 2 Fuss betragen haben würde. Der Körper ist sehr hoch, die eine Brustflosse ist vorhanden, die Schwanz- und Bauchflossen sind abgebrochen, von der Rücken- und Afterflosse sind aber sehr deutliche Reste übrig, deren Grösse die Gattung Mesodon constatirt. Der Schädel ist stark beschädigt, seine Oberseite sehr abschüssig. Der Zwischenkiefer ist abgebrochen. Beide Unterkiefer sind aufeinander gepresst, durch einen glücklichen Schlag indess voneinander gelöst, wodurch auch ein ansehnlicher Theil des Gaumens entblösst wurde. Die ganze Vorderhälfte des Rumpfes, so weit die Reife reichen, d. h. bis kurz vor den Anfang der Rückenflosse, ist dicht beschuppt. Die Schuppen sind länglich, rhombisch, gekörnt, mit einem starken Zahnfortsatz

---

1) Die Gattung Mesodon ist nunmehr auch im englischen Lias aufgefunden worden, indem Egerton's *Pycnodus liassicus* (Mem. of the geol. survey, decade VIII tab. 10) ihr angehörig ist.

auf der Vorderseite in einen entsprechenden Ausschnitt der untern Schuppe eingreifend.

Der von der Hauptplatte abgelöste linke Unterkiefer zeigt 5 grosse bohnenförmige, glatte, braune Zähne in einer Reihe und vor dieser liegt der Eindruck des 6ten, aber abgesprengten Zahnes; der längste Zahn, der zweite von hinten, misst 7'''. Längs des innern Randes dieser Reihe verläuft eine andere mit weit kleineren rundlichen Zähnen, die aber sämmtlich abgebrochen sind und mit ihren Köpfen in der Hauptplatte stecken, die grössten erreichen kaum einen Durchmesser von 2 Linien. — Neben dem innern Rande der grossen Zahnreihen liegen mehrere kleine runde oder etwas ovale Zähne, zum Theil durcheinander geworfen. Eine deutliche Reihe bilden die Zähne am Aussenrande des Kiefers, indem 5 in einer Reihe aufeinander folgen. Eine andere daneben liegende Reihe ist angezeigt durch 3 in einer Linie sich folgender kleiner Zähne. Nun bleibt ein grosser Zwischenraum zwischen diesen und den grossen bohnenförmigen Zähnen; in diesem Zwischenraume scheint noch eine dritte Reihe kleiner Zähne vorhanden gewesen zu seyn. Unter diesen Zähnen zeigen 2 der vordersten eine Skulptur wie bei Gyrodus, die andern sind glatt. Von diesen 3 äusseren Reihen von Zähnchen sind die auf dem äussern Kieferrande stehenden noch die grössten, doch erreichen sie kaum die Grösse der innersten Reihe.

Der rechte Unterkiefer bietet nichts zur Aufklärung des Zahnsystemes dar. Von der Reihe der grossen bohnenförmigen Zähne gehören ihm nur die beiden hintersten an; die 3 folgenden sind bloss Eindrücke von denen des linken Kiefers und der vor ihnen liegende 6te Zahn rührt ebenfalls von letzterem her und ist mit seinem Kopf in das Gestein eingesenkt.

Von der Gaumenplatte ist nur die eine Hälfte sichtlich, die andere steckt im Gesteine. Es zeigen sich deutlich 3 Reihen von Zähnen. Die

erste Reihe enthält vorn 4 Zähne in gerader Linie, dann sind einige ausgebrochen; nach dieser Lücke folgen 4, von denen jedoch der vorderste in die zweite Reihe herabgerückt ist. Diese Zähne sind die kleinsten und von unregelmässig ovaler oder rundlicher Form; der 3te von hinten hat die Skulptur von Gyrodus, der erste zeigt wenigstens noch einen napfförmigen Eindruck, alle andern sind glatt, wahrscheinlich erst in Folge der Abnutzung. — Die zweite Gaumenreihe besteht aus grösseren, unregelmässig ovalen, glatten Zähnen, von denen 5 in gerader Linie hintereinander liegen, der 6te aber in die dritte Reihe herabgerückt ist. — Die dritte Reihe weist vorn 4, zum grössten Theil noch im Gestein haftende Zähne auf (der dahinter liegende gehört in die zweite Reihe). Dann tiefer gerückt, doch wohl derselben Reihe angehörig, folgen hinterwärts noch 4 Zähne, die grössten von allen, bohnenförmig und glatt; der grösste misst nicht ganz 4‴. Diess ist also die Mittelreihe. Der Gaumen trägt demnach, wie gewöhnlich, 5 Reihen, von denen die mittlere die stärkste ist.

Vergleicht man dieses Gaumengebiss mit dem anderer verwandten Formen, so ergibt es sich, dass dasselbe ziemlich ähnlich dem von *Pycnodus rugulosus Ag.* tab. 72[a] fig. 23 ist, obwohl hinreichend verschieden.

Das Gebiss des Unterkiefers unterscheidet sich von dem des Microdon schon dadurch, dass der innere Kieferrand Zähne trägt, die nach denen der zweiten Reihe die grössten sind. Von allen verwandten Gattungen differirt aber dieses Gebiss dadurch, dass jeder Unterkieferast, statt bloss mit 4, mit 5 Zahnreihen besetzt ist. Ein ähnliches Verhalten findet sich auch bei *Pycnodus didymus Ag.* tab. 72[a] fig. 24 und selbst schon bei dessen *P. Bucklandi* fig. 17. In ganz gleicher Weise stellt es sich bei *Münster's P. didymus* ein (Beitr. VII tab. 2 fig. 26 und tab. 3 fig. 6); ja in letzterer Figur scheint auch die innere Reihe doppelt zu

seyn [1]. Ob die andern, dem lithographischen Schiefer angehörigen Arten von Mesodon ebenfalls 5 Zahnreihen im Unterkiefer tragen, hat sich bisher durch die Beobachtung nicht ermitteln lassen, ist aber zu erwarten.

Die Rückenflosse ist auf 6'' Länge erhalten, aber ihr ganzer oberer Rand ist zugleich mit der Gesteinsplatte abgebrochen, so dass ihre volle Höhe nicht gemessen werden kann. Trotz dieser Unvollständigkeit sind

---

1) Von demselben Fundorte, nämlich von dem oberen Jurakalke des Lindner Berges bei Hannover besitzt Dr. *Oppel* einen ähnlichen Unterkiefer des *Pycnodus didymus Münst.* Er zeigt neben der Innenseite der grossen bohnenförmigen Zähne 4 wohlgeordnete Reihen von Zähnen, ja im hintern Verlaufe schiebt sich zwischen der zweiten und dritten Längsreihe noch eine besondere mit 4 Zähnen ein, so dass 5 Längsreihen zu bestehen scheinen, wenn nicht etwa diese Zahl durch eine seitliche Verschiebung der äussersten Zähne, die von da an, wo die eingeschobene Reihe beginnt, nicht mehr sichtlich sind, hervorgebracht ist. Neben der Aussenseite der grossen Bohnenzähne zeigt sich nur noch eine Reihe kleiner Zähne wie bei Münster's Figur 26 auf tab. 2; es ist jedoch zwischen ihnen und dem Kieferrande so viel Platz, dass auch eine zweite Reihe wie tab. 3 fig. 6 hätte folgen können. Jedenfalls sind also auf diesem Kieferfragmente mindestens 6 Längsreihen von Zähnen vorhanden. Alle Zähne sind glatt, aber einige der vordern zeigen schwache Spuren, dass sie früherhin ähnliche Skulpturen wie die Zähne von Gyrodus hatten. — Noch bewahrt Dr. Oppel aus dem nämlichen Gesteine ein kleines Gaumenfragment auf, an dem alle 5 Längereihen zu sehen sind: die Mittelreihe noch mit 4, die eine der ihr zunächst liegenden und 8''' langen mit 7 Zähnen. Die der Mittelreihe sind bohnenförmig, die übrigen rundlich, aber ganz abgeplattet mit Ausnahme von mehreren, die den Gyrodustypus deutlich aufbewahrt haben. Ich halte diese Gaumenplatte für die Norm von *Mesodon.* — Uebrigens will ich bei dieser Gelegenheit bemerklich machen, dass alle die Arten, welche aus dem obern Jurakalk vom Lindner Berg und von Solothurn herrührend bisher zu Pycnodus gestellt wurden, keineswegs zu Pycnodus in der engeren Begrenzung von Heckel gehören, sondern, was ich wenigstens davon gesehen, reiht sich an Microdon oder an Mesodon an.

gleichwohl im hintern Drittel der Flosse ihre längsten Strahlen noch gegen 4'' lang, geben also eine beträchtliche Höhenentwicklung kund, wie eine solche unter den Reiffischen ausschliesslich nur bei der Gattung Mesodon vorkommt. Die Strahlen gabeln sich bald nach ihrem Ursprunge und theilen sich immer mehr im weiteren Verlaufe, so dass sie zuletzt in 10 bis 12 Strahlen zerspalten sind. Mit Ausnahme der kurzen Basis sind sie zahlreich quer gegliedert mit kurzen Gliederstücken. — Das Wenige, was von der Afterflosse erhalten ist, zeigt gleichfalls eine beträchtliche Entwicklung derselben an.

Die Rückensaite liegt im hintern Rumpfabschnitte frei aufgedeckt dar und lässt nur einen freien leeren Raum wahrnehmen: als ein breites Längsband, das fast bis zum hintern Ende der Rückensäule beinahe 19'', die grösste Rumpfhöhe ohngefähr 14''.

Wenn auch dieses Exemplar nicht so vollständig conservirt ist, dass es über alle wesentlichen Merkmale Aufschluss ertheilen kann, so lässt es sich doch unter den bereits bestehenden Gattungen, wegen der ansehnlichen Höhe der Rücken- und Afterflosse, zu keiner andern als zu Mesodon bringen. Auch sein Zahnbau, von den andern Arten ebenfalls nur mangelhaft gekannt, stimmt mit diesen wenigstens insoweit, dass sowohl die bohnenförmigen Zähne von Pycnodus als einige rundliche gekerbte von Gyrodus gemeinsam miteinander vorkommen.

2. M. macropterus *Ag.*

Gyrodus macropterus Ag. II b p. 301. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 49 tab. 4 fig. 2.

Von dieser, bisher nur in einem einzigen Exemplare repräsentirten Art hat die Häberlein'sche Sammlung 2 andere geliefert: das eine von denselben Dimensionsverhältnissen wie das ältere Stück, das andere fast um ein Drittel kleiner. Man ersieht an ihnen, was an der älteren

Platte nicht wahrnehmbar ist, dass die Rückenlinie, die von ihrem hintern Ende bis zur Rückenflosse steil aufsteigt in dieser Richtung noch etwas hinter letzterer verharrt, um dann in einer buckelförmigen Krümmung umzubiegen und bis zur Stirne in einem geringeren Fallwinkel herab sich zu senken, während der Abfall vom untern Stirnrande sehr steil ist. Die grösste Rumpfhöhe kommt gleich der Entfernung vom hintern Ende der Wirbelsäule bis zum Stirnrande. — Ein grosses Exemplar von Kelheim besitzt jetzt auch die hiesige geognostische Sammlung; es fehlt ihm zwar der Kopf, sonst aber ist es gut erhalten, was insbesondere von den 3 senkrechten Flossen gilt, so dass ich mich dadurch bestimmt fühle, von der Schwanzflosse eine genauere Charakteristik, als mir früher möglich war, nachzutragen.

Die Schwanzflosse ist von beträchtlicher Entwicklung und fächerförmig mit convexem Endrande. Ihre an der Basis einfachen Strahlen fangen bald an sich zu gliedern; längs der beiden Seitenränder liegen sie dicht gedrängt aneinander, im Innern sind sie ganz voneinander gelöst und zwar in der Weise, dass zu beiden Seiten des Mittelstrahles drei solcher isolirten Strahlen auftreten. Durch successive dreimalige Spaltung löst sich jeder Strahl zuletzt in 8 schwache Fäden auf.

Die Schuppen sind innen glatt, aussen mit einem Netzwerke kleiner rundlicher Maschen, deren innere Höhlungen bei dem Abdrucke auf dem Gesteine diesen Abdrücken ein ganulirtes Ansehen gewährt.

Noch habe ich bemerklich zu machen, dass ich an einem unserer neuerworbenen Exemplare mir volle Gewissheit über die Existenz des *Vorkiefers* verschaffen konnte, was bei den übrigen wegen Beschädigung der Schnauzenspitze nicht möglich war. Dieser Vorkiefer ist eben so beschaffen, wie bei den andern Gattungen; seine beiden Stiele sind erhalten, aber von den Zähnen nur die des einen Stiels, nämlich 2 Zähne von meiselartiger Form, von denen der innere fast dreimal so breit ist,

als der äussere; auch vom Zwischenkiefer ist der eine schmale Meiselzahn sichtlich. Mesodon gehört also zu der Gruppe der Pycnodonten, bei denen die Vorderzähne nicht eckzahnartig, sondern meiselförmig sind. Von den Mahlzähnen sieht man erstlich zwei Reihen des Gaumens, die meist rundlich und gekerbt wie bei Gyrodus sind; die beiden letzten Zähne der Aussenreihe sind am grössten; elliptisch, glatt mit napfartiger Aushöhlung. Im Unterkiefer sieht man ähnliche Zähne, aber stark beschädigt und zum Theil umgestürzt, was namentlich von dem grössten unter ihnen, einem bohnenförmigen Zahne, gilt.

3. M. pulchellus *Wagn.*

Aus der h. Leuchtenberg'schen Sammlung sind der hiesigen 3 kleine, sehr ausgezeichnete Exemplare von Eichstädt zugegangen, die im Kleinen ganz nach dem Typus von M. macropterus geformt sind. Ihre Länge mit Inbegriff der Schwanzflosse schwankt von 1″ 7‴ Länge bis zu 2″ 2‴. Es fragt sich nun, ob diese Exemplare als Varietät von M. macropterus oder als selbstständige Art anzusehen sind. Obwohl mir Ersteres am wahrscheinlichsten erscheint, so habe ich vor der Hand die Trennung vorgenommen, da mir Mittelgrössen nicht vorliegen und bisher bei Eichstädt der eigentliche M. macropterus nicht gefunden worden ist.

Erklärung der Tafeln.

Die im vorhergehenden Texte nicht angeführten Abbildungen beziehen sich auf Gegenstände der nachfolgenden Abtheilung.

Tab. I.

(in der fortlaufenden Reihe Tab. IV.)

Fig. 1. Chimaera (Ischyodon) Quenstedti *Wagn.*
2. Notidanus eximius *Wagn.* Zahn.
3. Notidanus intermedius *Wagn.* Zahn.
4. Sphenodus nitidus *Wagn.* Zähne.
5. Mesodon Heckeli *Wagn.* Gebiss.

Tab. II.

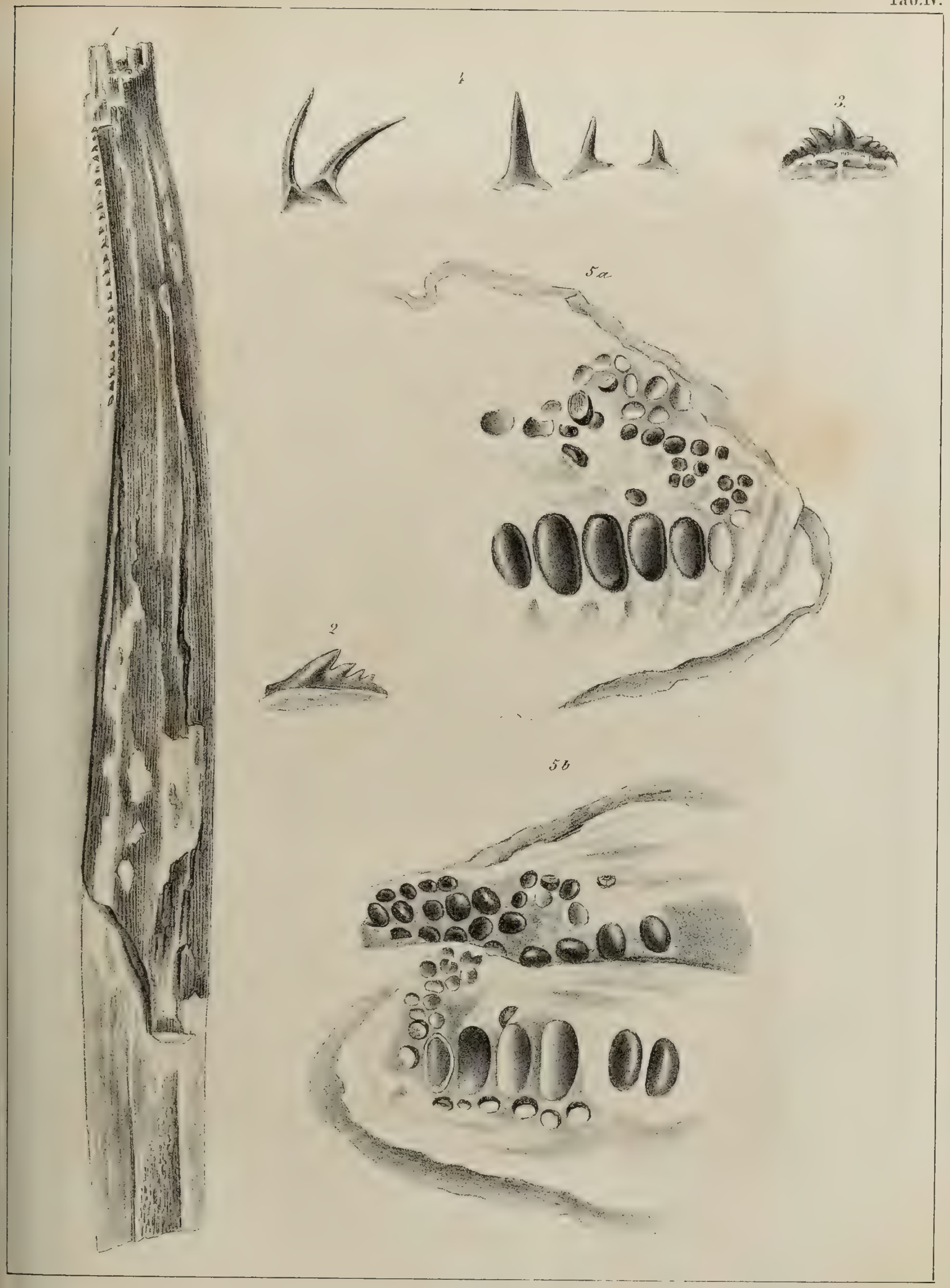
Fig. 1. Acrodus falcifer *Wagn.* natürl. Grösse.
a. Parthie Zähne in dreifacher Grösse.
b. Parthie Schüppchen in zwölffacher Grösse.
Fig. 2. Palaeoscyllium formosum *Wagn.* in halber Grösse.

Tab. III.

Fig. 1. Mesturus: Schwanzflosse.
2. Lepidotus decoratus. Schuppen aus der vordern Parthie.
2. a. Schuppen aus der hintern Parthie.
3. Lepidotus intermedius *Wagn.*

Tab. IV.

Fig. 1. Plesiodus pustulosus *Wagn.* Kopftheil.
Fig. 2. Plesiodus pustulosus *Wagn.* Gebiss.

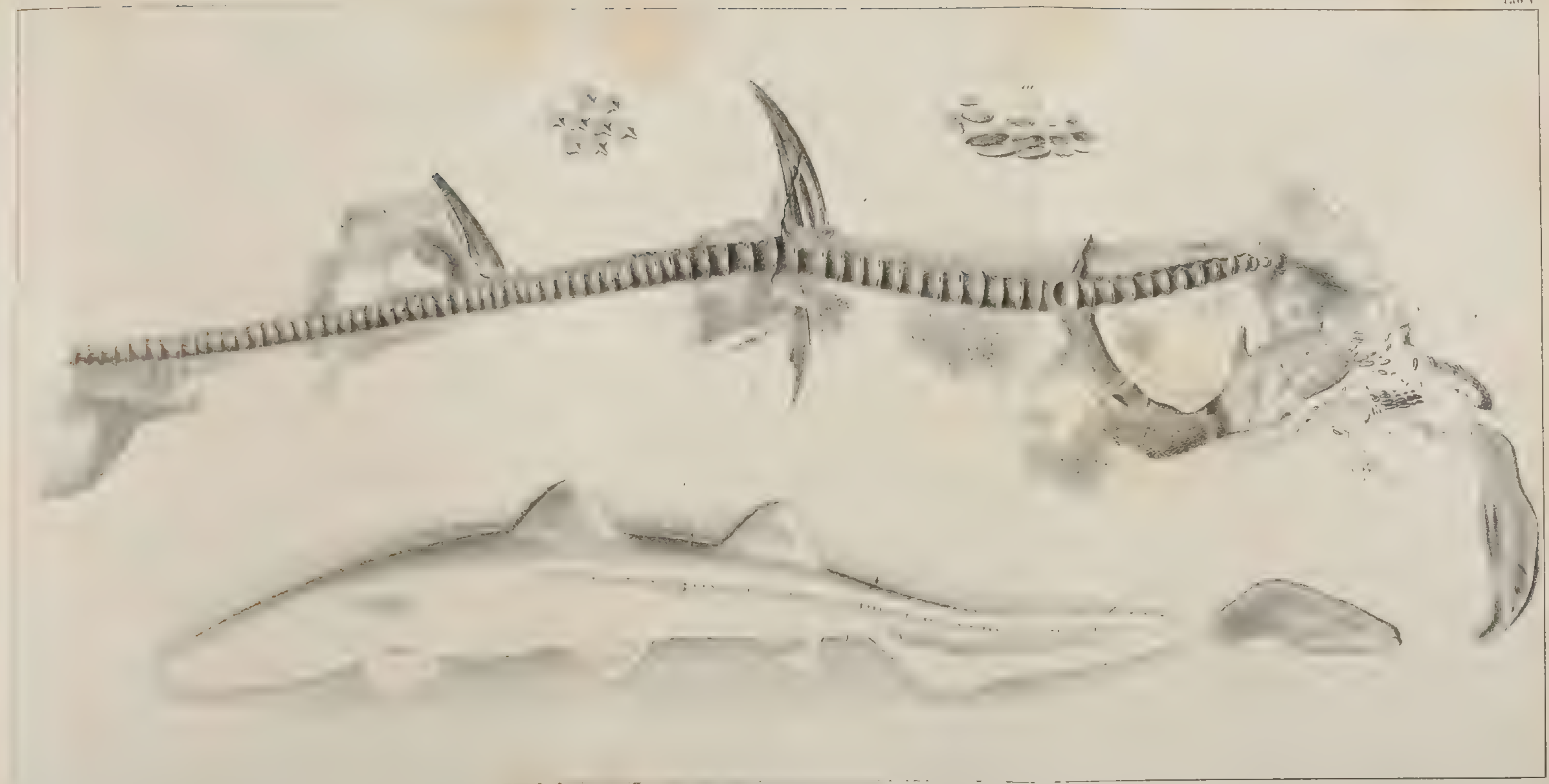


1.Chimaera (Jschyodon) Quenstedti. 2.Notidanus eximius. 3.Notidanus intermedius.
4.Sphenodus nitidus. 5.Mesodon Heckeli.



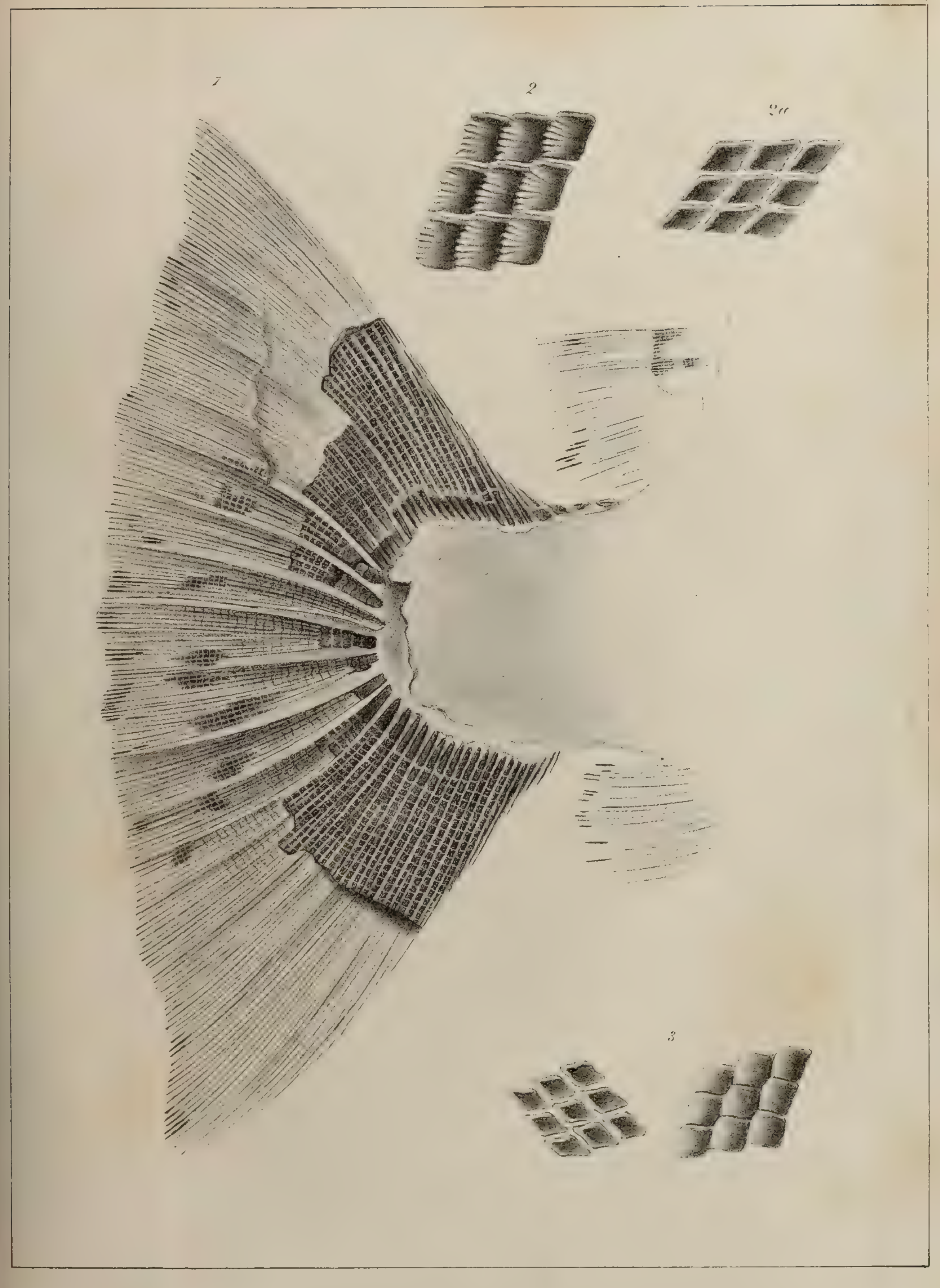


Tab. V.



1 Acrodus falcifer 2 Palaeoscyllium formosum

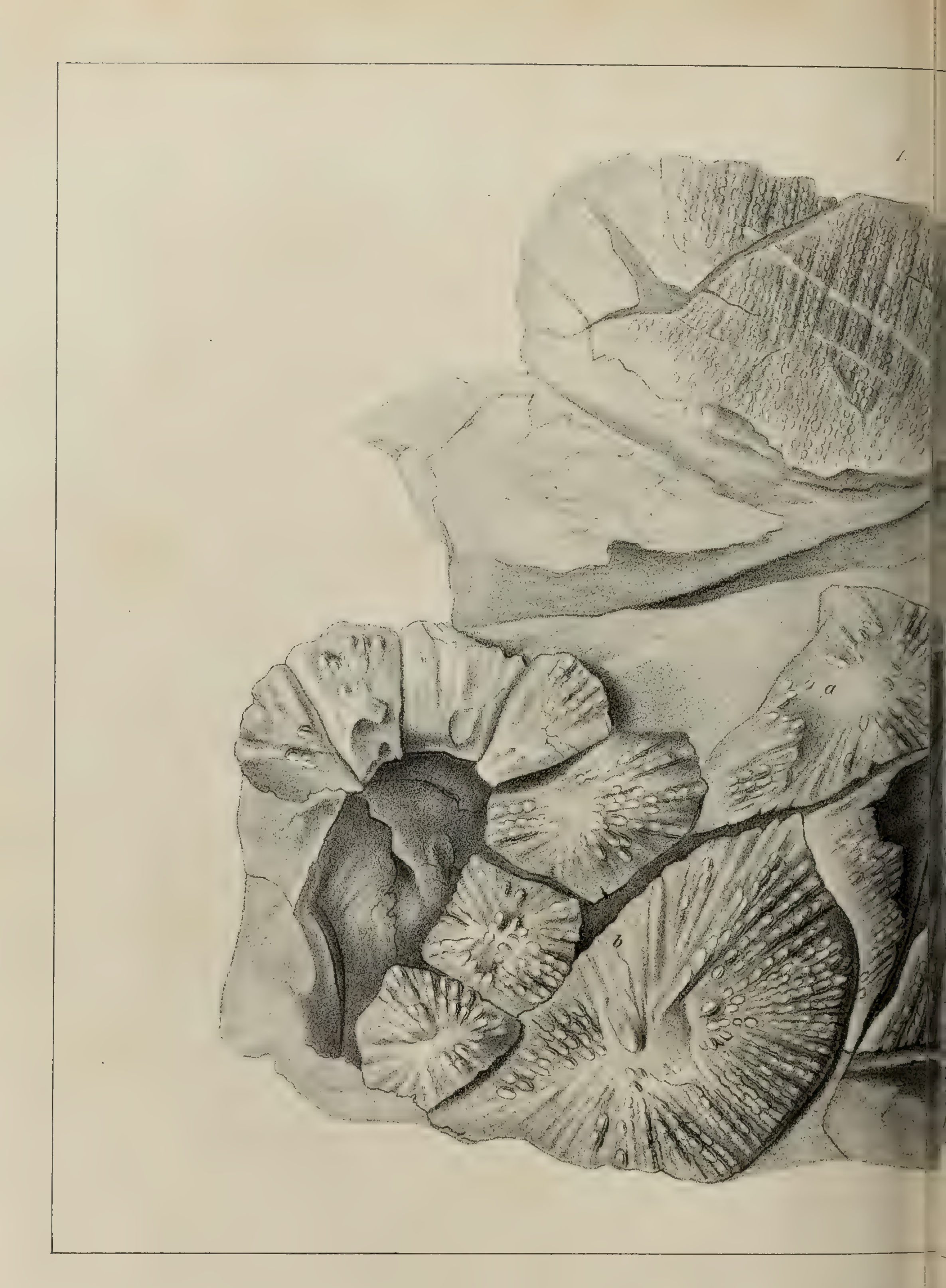
Zu Wagner's foss. Fische Taf. 2



1. Mesturus. 2. Lepidotus decoratus. 3. Lepidotus intermedius.







Plesio[illegible]



…us losus.



Zur
inneren Mechanik der Muskelzuckung
und
Beschreibung des Atwood'schen Myographion.

Von

Prof. Dr. E. Harless.

Mit einer Figuren- und einer Curven-Tafel.

Zur inneren Mechanik der Muskelzuckung.

Man darf behaupten, die Physiologie der Muskeln sei in jüngster Zeit damit in eine neue Phase eingetreten, dass sie es aufgegeben hat, diese Gebilde als Aggregate homogener Massenelemente zu betrachten. Es geschah diess bisher nicht aus Unkenntniss der differenten histologischen Bestandtheile, sondern einerseits mit bewusster Absicht die Grundlagen der hier zu lösenden Probleme theoretisch zu vereinfachen, andererseits wegen der Unklarheit, in welcher man sich über die primär wirksamen Elemente und über die Combination chemischer und physikalischer Vorgänge in dem Gesammtmuskel befand.

Man hat den Vorgang bei der Zuckung auf elektrische Anziehungen und Abstossungen zwischen Nerven und Muskeln oder Muskeltheilchen untereinander in den älteren Theorien von Prevost und Dumas oder Meissner bezogen, wobei man sich die Massenelemente des Muskels, unbekümmert um ihre weiteren und verschiedenen Eigenschaften, rein passiv wie Korkkügelchen oder isolirte Metallstreifen, freilich sehr unberechtigt, angezogen und abgestossen dachte. Man hat ferner die Muskeln in Bausch und Bogen als Massen betrachtet, welche in Folge der sie treffenden Reize und unter sonstigen Nebenumständen in bestimmtem Maass ihre Elasticität ändern können, und mit diesen auf inneren Molekularzuständen beruhenden Elasticitätsmaassen Ruhe, Ver-

kürzung und Widerstandskraft in Zusammenhang gebracht. Endlich sind die unterschiedlichen Zustände dieser Gebilde entweder direkt abhängig, oder doch unveräusserlich begleitet gedacht worden von Lageveränderungen der elektromotorischen Moleküle, aus welchen man sich nach dem bekannten Du Bois'schen Schema den Muskel zusammengesetzt vorstellte. Alle neueren Theorien der Muskelzuckung, soweit sie nur die molekulären Beziehungen ins Auge fassen, vereinigen sich dahin, dass wir es bei diesem Vorgang mit der Auslösung im Muskel vorhandener Spannkräfte zu thun haben, wobei aber der schliessliche Effekt von eben diesen Spannkräften, der Intensität des Reizes und den Widerständen abhängt, welche den frei gewordenen Spannkräften entgegenwirken.

Die jüngst veröffentlichten Arbeiten Kühne's über den feineren Bau und die chemischen Verhältnisse der Muskeln, sowie meine eigenen Untersuchungen über den Muskelsaft und die Todtenstarre, und über mannigfache, weiter unten zu besprechende äussere Einflüsse auf die Muskelsubstanz und deren Thätigkeit drängen jetzt aber unabweisbar, die gegebene Verwicklung von Bedingungen im Muskel zu berücksichtigen und Schritt für Schritt die einzelnen Factoren zu analysiren.

Zunächst habe ich mir die Lösung einer Aufgabe als Ziel gesteckt, welche, wie mir scheinen will, zuerst gegeben seyn muss, ehe wir in der Erkenntniss des ganzen Vorganges weiterschreiten können. Der Natur der Sache nach muss diese Aufgabe mehr allgemein gehalten sein, um daran sicherer das weitere Detail anreihen zu können; es handelt sich zunächst also um äussere Verhältnisse, welche uns den Werth des einen oder anderen Muskelbestandtheiles an der Zuckung kennen lehren. Ich stellte mir demnach die Frage:

„was ist bei dem Vorgang der Zuckung das Primäre, welches sind die davon abhängigen und secundären Erscheinungen?"

Dabei handelt es sich nicht um die Ermittlung der primären *Ursache* der Zuckung, sondern nur um das primäre Element an ihrer Erscheinung. Die strengere Formulirung der Frage verlangt einen kurzen Ueberblick über die bis jetzt bekannt gewordenen Eigenthümlichkeiten des verkürzten Muskels. Wir wissen, dass derselbe an Länge verloren hat, was er an Dicke gewonnen; dass also keine irgend nennenswerthe Verdichtung in seiner Substanz vor sich gegangen ist. An einem anderen Ort habe ich bereits die experimentellen Hilfsmittel beschrieben, durch welche man die Voraussetzung Schiff's bestätigen kann, dass die hie und da bemerkten Volumsveränderungen der Muskeln während ihrer Contraction nur scheinbar sind, und dass dieser Schein durch die partielle Deplacirung des Muskelblutes in die blutleeren Knochengefässe hervorgerufen wird, wenn man ganze Extremitäten von Fröschen untersucht.

Die Verkürzung des Muskels kommt nicht durch eine Kräuselung oder Faltenbildung zu Stande, wie man früher glaubte, und worauf gewisse elektrische Attractions-Theorien gegründet wurden, sondern die Muskelbündel erfahren, wie Weber zeigte, gerade so wie der Gesammtmuskel, eine lineare Verkürzung und quere Ausdehnung, wobei sich etwa vorhanden gewesene Zickzackbiegungen ausgleichen und gestreckt werden.

Verkürzte Muskeln zeigen eine verminderte Resistenz, d. h. sie sind dehnbarer; ihre Elasticität ist kleiner, als im nicht contrahirten Zustand, wie Weber auf mechanischem, ich selbst auf akustischem Weg nachgewiesen.

Die in Folge eines einmaligen momentanen Reizes auftretende Zuckung setzt sich aus einer Reihe auf- und abschwankender Gleichgewichtslagen zwischen der Energie des Muskels und der äusseren und inneren Widerstände zusammen, welche zeitlich nicht mit dem Reiz zusammenfallen, sondern demselben nach einem messbaren Zeitverlust fol-

gen. Helmholtz hat diese Thatsache zuerst auf doppeltem Weg ans Licht gezogen und indem wir den einen, nämlich den der graphischen Methode, zu unserem Zweck weiter verfolgen, werden wir später hierauf ausführlich zurückkommen müssen.

Von dem Unterschied im elektromotorischen Verhalten zwischen ruhenden und verkürzten Muskeln können wir hier Umgang nehmen und haben nur noch der chemischen Thatsache zu gedenken, dass die Contraction zu einer Anhäufung der Säure führen kann, wenn nämlich die Contraction längere Zeit andauert oder in einer gewissen Zeit häufiger wiederkehrt, während sie für gewöhnlich neutralisirt, oder durch die Ernährungsflüssigkeit mehr als neutralisirt wird.

Fingirt man an der Stelle des wirklichen Muskels einen durchaus elastischen Körper und lässt die Contraction von Kraftpunkten in ihm ausgehen, welche den übrigen Massenelementen, indem sie sich anziehen, die gleiche Bewegung zu ertheilen streben, so verlangt man Dinge, welche sich schwer in der Vorstellung mit den wirklichen Erscheinungen bei der Zuckung vereinigen lassen. Denn denken wir uns im Moment der Contraction eine vergrösserte Attractionskraft der Moleküle und von der Stärke der Attraction, wie wir es thun müssen, die Leistung des Systems oder seine Widerstandskraft gegenüber den angehängten Lasten abhängig, so wird es unbegreiflich, wie der Muskel, wenn er sich contrahirt, keine Zunahme seiner ursprünglichen Dichte, und sogar eine gleichzeitige Abnahme seiner Cohäsion d. h. eine grössere Dehnbarkeit zeigen soll. Wir denken uns den ruhenden Muskel und an ihm ein Gewicht aufgehängt. Nachdem die elastische Nachwirkung vorüber ist, halten die elastischen Zugkräfte dem angehängten Gewicht genau die Waage. Nun veranlassen wir eine Zuckung und sehen, dass das Gewicht emporschnellt; wir setzen voraus, es geschieht diess durch eine vergrösserte Attraction der Moleküle: dann sind jetzt offenbar die gegen den fixen Aufhängepunkt gerichteten Zugkräfte so

gross, als das ursprüngliche Gewicht, plus dem, welches dasselbe mit der beschleunigten Geschwindigkeit der Zuckung auf das Niveau der Hubhöhe des Muskels geworfen hat; oder anders ausgedrückt, gleich einem Gewicht, welches im Moment der Reizung jede Veränderung der Länge, welche der Muskel durch das erste Gewicht erlangt hatte, zu verhindern im Stande ist. Begreiflich ist jenes Gewicht sehr vielmal grösser, als dieses. Das Bestreben der Theilchen sich zu nähern ist also im Moment der Contraction viel grösser als im Moment der Ruhe. Lässt man die Verkürzung wirklich zu Stande kommen, so sieht man nicht ein, warum die angestrebte Näherung nicht dabei erfolgen soll. Erfolgt sie aber, so wird das Volum des Muskels abnehmen müssen, er wird sich verdichten, und wenn er sich verdichtet, wird die Kraft, welche seine Theilchen in grössere gegenseitige Nähe bringt, die Cohäsion und Elasticität gegenüber dehnenden Gewichten vergrössern müssen.

Es könnte kaum anders sein, als bei einer Spiralfeder, an welcher ein Gewicht hängt, und welche wir sehr schnell und tief abkühlen. Das Gewicht würde gehoben, die Spiralfeder verkürzt und ihr Volum entsprechend der Temperatur-Differenz verkleinert, ihre Elasticität vergrössert gefunden werden.

Ohne die Annahme ganz eigenthümlicher Eigenschaften der materiellen Punkte in einem elastischen Muskelkörper lässt sich kaum jene allgemein gehaltene Molekulartheorie mit den Phänomenen am wirklichen Muskel vereinbaren. Die Eigenschaften jener Moleküle müssten zunächst aus ganz bestimmten Formen derselben entspringen. Denken wir uns den ganzen Körper zusammengesetzt aus parallelepipedischen Elementen, wobei deren Längsaxe parallel der natürlichen Oberfläche, ihre kürzeren Queraxen in den Ebenen der künstlichen Muskelquerschnitte stünden, so lange der Muskel in Ruhe ist: so würde die Formveränderung des Muskels während der Contraction ohne Volumsänderung möglich seyn,

wenn sich jene Elemente so drehten, dass die Längsaxen in die Ebenen der Querschnitte zu liegen kämen, und der Reiz würde gleichsam als Stoss wirken, welcher die Drehung verursacht. Zugleich könnte die Elasticität abnehmen, trotzdem, dass die Verkürzung eintritt, wenn man z. B. annähme, dass die Attractionskraft in der Richtung der kürzeren Queraxen kleiner wäre, als in der der Längsaxen.

Ich glaube, dass es an der Zeit ist, bevor man derartige Vorstellungen, welche auf mehr homogene Körper ihre Anwendung finden dürften, weiter verfolgt, den Muskel als das zu betrachten, was er ist, nämlich als eine Combination sehr verschiedener Massen und vor allem als eine Combination von festen und flüssigen Theilen. Sofort wird es höchst unwahrscheinlich, dass beide in gleicher Weise bei dem Zuckungsvorgang betheiligt sind, und man wird fragen können, welche von ihnen, da sie ja doch alle unzertrennlich mit einander verbunden bleiben, passiv gleichsam mit fortgerissen werden. Schematisch müssen wir uns einen Muskel zusammengesetzt denken aus einer Anzahl elastischer Schläuche, welche mit einer flüssigen (zähen) Masse ausgefüllt sind; darin selbst aber finden sich die Disdiaklasten in regelmässigen Reihen eingestreut und durch die Zähigkeit ihres Bindemittels, noch mehr aber durch die Capillarattraction in den Schläuchen in ihrer Lage festgehalten. Von vorn herein bestehen zwei Möglichkeiten: entweder der Zuckungsvorgang hebt in dem Inhalt der Schläuche an, und die Formveränderung der Schläuche folgt passiv nach, oder er beginnt in den Schläuchen und der Inhalt wird passiv deplacirt.

Gelingt es, für das Eine oder Andere entscheidende Versuche anzustellen, so gewinnen wir nicht bloss eine tiefere Einsicht in den Zuckungsvorgang, sondern wie sich zeigen wird, auch in die anatomischen Verhältnisse, in welcher Beziehung gegenwärtig noch die Frage schwebt, ob der Inhalt fibrillär und in diesem Fall natürlich nicht ohne elastische Eigenschaften, oder flüssig und an sich ohne elastische Eigenschaften ist.

Da wir zu dem Ende den Muskel unter mancherlei variirten Bedingungen seine Zuckungscurve schreiben lassen mussten, genügte uns die Einrichtung des Helmholtz'schen Myographion nicht mehr; man kann zwar die wichtigsten Versuche auch an diesem wiederholen, inzwischen sei es erlaubt, hier zuerst das von mir gebaute Myographion zu beschreiben, worüber ich bereits im vorigen Winter der Akademie Bericht abgestattet habe, und welches sich seiner Wohlfeilheit und einfachen Handhabung wegen nebenbei empfehlen möchte.

Bekanntlich sind die Anforderungen an ein Myographion, die äusserste Grenze gleichmässiger Bewegung der Schreibfläche, während die Curve sich aufzeichnet, möglichst geringe Reibung der schreibenden Spitze, Auslösung des Reizes auf einem ganz bestimmten und immer sich gleichbleibenden Punkt des Weges, welchen die Fläche durchläuft, momentane Reizung, vollkommene Beherrschung der äusseren Umstände, unter welchen man die thierischen Theile reizt. Die am schwierigsten zu erfüllende Forderung ist die der gleichförmigen Bewegung der Schreibfläche. Helmholtz hat diess durch Uhrwerk, Schwungscheibe, Windfang und Kegelpendel erreicht. Ich erreichte es durch fallende Gewichte und grosse Massen, welche dadurch bei möglichst verminderter Friction in Bewegung gesetzt werden. Das Princip lässt sich mit zwei Worten verständlich machen: es ist das der Atwood'schen Fallmaschine, und ich werde den Namen „Atwood'sches Myographion" beibehalten.

Beschreibung des Atwood'schen Myographion.

1. Der Fallapparat.

Den Träger des Apparates bildet eine gusseiserne Säule von 1,47 Meter Höhe und 0,324 Meter Durchmesser S in Fig. 1 und 2. Diese Säule wird von einem gusseisernen, hohlen c. 30 ℔ schweren Fuss F

getragen, dessen drei Stellschrauben st, von Messing, eine stets senkrechte Aufstellung des Apparates gestatten. Die Säule trägt einen Rahmen von prismatischen Eisenstangen R (1,8 Cent. Dicke), welcher 1,28 Meter lang und 0,435 Meter aussen breit ist. (Siehe Fig. 3, in welcher ein horizontaler Durchschnitt in der Höhe von D Fig. 2 abgebildet ist; die Buchstabenbezeichnung ist in allen drei Figuren die gleiche.) Bei ff (Fig. 1) sind rechtwinklig auf die Ebene des Rahmens 5,2 Cent. lange Zapfen eingeschraubt, an welchen mit Muttern die Querstangen St St (Fig. 2) befestigt werden. Diese 1 Cent. dicken und 2,5 Cent. breiten Eisenspangen sind ihrerseits im Einschnitte der Säule eingelassen, und daran mittelst der Schrauben m m (in Fig. 1) befestigt. Dadurch steht die hintere Ebene des Rahmens 4,4 Cent. von der vorderen Tangentialebene der Säule ab. Die beiden langen Vorderseiten des Rahmens dienen zur Unterlage der sehr genau gearbeiteten Schienenbahn. Es sind diess zwei Eisenlamellen von 2,5 Cent. Breite und 5 Mill. Dicke (sch), welche mit 4 Schrauben (Fig. 3 o) an dem Rahmen jeder Seits befestigt sind. Die einander zugekehrten Kanten sind zugeschärft, so dass ihre Durchschnitte gleichseitige Dreiecke darstellen. Sie müssen vollkommen geradlinig verlaufen und blank geschliffen sein.

Um den vollständigen Parallelismus beider herstellen zu können, sind die Löcher der Lamellen, durch welche die befestigenden Schrauben gehen, weiter als die Querschnitte der Schrauben selbst. Damit ist die Bahn hergestellt, auf welcher sich die Schreibfläche bewegen soll.

Die Schreibfläche ist zunächst eine plangeschliffene dicke Spiegelplatte von 0,35 Meter Länge und 0,23 Meter Breite. Diese (G) passt in einen eisernen Rahmen E (Fig. 2) und wird darin durch die vier Riegel p p p p festgehalten. Auf die Vorderfläche des Rahmens sind vier gabelförmige Messingstücke t Fig. 2 und 3 aufgeschraubt, welche äusserst genau gearbeitete in Spitzen laufende Rollen (r) von 2,7 Cent. Durchmesser tragen. Die Hohlkehlen dieser Rollen entsprechen auf

ihrem Querschnitt genau der Kantenform der Schienenbahn sch (Fig. 3), indem sie auf der letzteren geschliffen sind. Durch Schrauben n (Fig. 3) lässt sich die Stellung der Rollen r r (Fig. 2) leicht reguliren, so dass man jedes Wackeln der Rollen auf ihrem Geleise vollkommen verhüten kann. Durch die Einstellung der Schienenbahn lässt sich zweitens jede ungleiche Klemmung des Rahmens für die Schreibfläche längs der ganzen Bahnstrecke corrigiren.

Das Gewicht des Rahmens sammt der Glastafel beträgt 1700 Grmm.

Auf dem Gipfel der Säule befindet sich eine Rolle W (Fig. 1 und 2) von 7,8 Cent. Radius, welche einen Schnurlauf hat, und in einem messingenen, auf die Säule aufgeschraubten Träger O ebenfalls zwischen Spitzen läuft. An dem oberen Rand des Rahmens für die Glastafel befindet sich ein starker Hacken, an welchem eine dicke Darmsaite befestigt ist. Wenn letztere über die Rolle W geschlungen, und an ihr auf der Rückseite des Apparates das Gegengewicht C h angehängt ist, befinden sich die Saite und die Kanten der Schienen genau in *einer* Ebene.

Neben der Schiene hängt der Senkel P Fig. 2 herab und spielt unten über einer Spitze, wornach mittelst der Schrauben st die Aufstellung des ganzen Apparates regulirt werden kann. Das Gegengewicht der Schreibfläche ist eine Messinghülse C h Fig. 1 und 2 mit bleierner Spitze, welches an sich etwas leichter ist, als der Rahmen mit der Glastafel. Durch Bleistücke und Schrotkörner, welche in die Hülse gebracht werden, regulirt man das Gewicht nachträglich, so weit bis das Aequilibrium vollständig hergestellt ist, nur ein sehr kleines noch hinzugefügtes Gewicht dasselbe stört und den Rollen-Rahmen in Bewegung setzt. Der Hacken für die Befestigung der Saite befindet sich an einem auf die Hülse aufzuschraubenden Deckel.

Die erste Probe, welche gemacht werden muss, ist die, dass man untersucht, ob auf jedem Punkt der Bahn der Rollrahmen bei angehängtem

Gegengewicht stehen bleibt, und überall durch dasselbe kleine, aufgelegte Gewicht in Gang gebracht werden kann. So lange diess nicht der Fall ist, muss an den Schienenlamellen corrigirt werden, wozu eben die weiteren Bohrlöcher an ihren Befestigungspunkten dienen. Vollkommen fein kann das Aequilibrium durch das Anziehen oder Lüften der Schrauben aq an dem Rollenträger O abgeglichen werden.

Um dem Rollen-Rahmen zunächst eine beschleunigte Geschwindigkeit seiner Bewegung mitzutheilen, dient das Uebergewicht ü Fig. 1. Es besteht dasselbe aus einer cylindrischen Messinghülse von 3,5 Cent. Höhe und 4,8 Cent. Durchmesser. In seiner Axe befindet sich eine nach unten und oben offene Messingröhre von 1 Cent. Durchmesser, durch welche das Endstück der Saite geht, und der Hacken des Gewichtes Ch bequem Platz hat, wenn die Hülse auf der oberen Fläche des balancirenden Gewichtes aufsitzt. Während der Muskel die Zuckungscurve schreibt, soll der Rollen-Rahmen mit gleichförmiger Bewegung an der zeichnenden Spitze vorbeifliegen. Es geschieht diess in dem Augenblick, in welchem bei dem Fall des Gegengewichtes das Uebergewicht entfernt wird. Die Messinghülse ü muss also an einem bestimmten Punkt von dem fallenden Gegengewicht abgehoben werden. Da dieses aber zugleich derselbe Punkt ist, an welchem jedesmal der momentane Reiz den Muskel oder Nerv treffen soll, so muss der auffangende und auslösende Apparat zusammen als ein besonderer Theil des ganzen Instrumentes für sich betrachtet werden.

Ein aus ganz trocknem Holz gedrehtes, nach abwärts in eine 8 Cent. lange Hülse sich fortsetzendes Tischchen tr in Fig. 1, 2, 5 ist an der Säule verschiebbar, und durch Schrauben in beliebiger Höhe feststellbar. Vorn und hinten ist von der runden Tischplatte ein Segment weggeschnitten, und trägt auf seiner oberen Fläche hinter der Säule folgende Stücke: Erstens den auffangenden Metallbogen (Fig. 5 AA). Es besteht derselbe aus zwei starken in das Tischchen theil-

weise eingelassenen und sehr fest aufgeschraubten schwach S förmigen Messingbügeln. Zwischen ihnen hindurch kann das Gegengewicht, nicht aber die Hülse des Uebergewichtes. Dieses bleibt auf ihnen liegen, sobald es bei dem Fall des Gesammtgewichtes auf das Niveau der Messingbügel gekommen ist. Da der Ort hiefür vollkommen fixirt ist, so wurde er auch zugleich dazu benützt, eine galvanische Kette zu öffnen oder zu schliessen.

Man sieht in Fig. 2 angedeutet, in Fig. 5 A im Grundriss, Fig. 5 B im Aufriss und halber Grösse zwei auf das Tischchen aufgeschraubte kleine Messingständer von 2,2 Cent. Höhe t t′. Zwischen ihnen befindet sich eine Messingwalze w von 4 Mill. Durchmesser, welche sich zwischen Spitzen dreht. Auf der Walze sind zumeist nach aussen zwei platte Messingfedern s s′ von 4 Mill. Breite und 4,5 Cent. Länge aufgeschraubt; etwas weiter nach innen sieht man zwei rechtwinklig gebogene amalgamirte Kupferdrähte d d′ von 0,7 □ Mill. Querschnitt über Näpfchen aus Horn gedreht n n′ und mit Quecksilber gefüllt eingefügt. Unterhalb der vorderen Enden der Messingfedern, an deren Unterfläche Platinblech aufgelöthet ist, zeigt sich eine Drahtklemme (k k′) in das Tischchen eingeschraubt, deren Kopf (p l) mit Platinblech beschlagen ist. Die Walze mit ihren Federn stellt also die Verbindung zwischen beiden Drahtklemmen her, sobald die Federn auf den letzteren aufliegen. Im entgegengesetzten Fall ist die Verbindung unterbrochen. Damit das Letztere ohne alle ungleiche Verzögerung und mit der geringsten Verzögerung geschehe, ist der Schluss und Unterbrechung Federkräften anvertraut. Seitlich von dem einen Träger der Walze sieht man eine 2,5 Cent. hohe Messingsäule (a) in das Tischchen geschraubt; oben hält auf ihr eine Schraube eine Feder f fest, welche ähnlich den beiden anderen Messingfedern gebaut ist. Diese Feder drückt auf den einen die Walze durchbohrenden und nach hinten sich verlängernden Kupferdraht d und hebt, wenn sie wirken kann, den Contact zwischen den

Drahtklemmen kk' und den Messingfedern ss' auf. Diess soll aber immer erst geschehen, wenn das Uebergewicht in das Niveau der auffangenden Bügel AA gekommen ist. Dazu dient eine Einrichtung, wie sie an dem sogenannten Stecher der Kugelbüchsen gebräuchlich ist. Diese Vorrichtung Fig. 6, in eine Nische (N Fig. 5) des Tischchens versenkt, hält die Federn auf den Drahtklemmen immer mit der gleichen Kraft fest, und das vordere Ende des auslösenden Hebels st ragt oben über das Niveau der auffangenden Bügel in die Höhe, und wird jedesmal an demselben Ort von dem vorstehenden Rand der Uebergewichtshülse erreicht, während das Gewicht selbst, ohne anzustreifen, vor ihm vorüberfliegt. Die gegenspannende Feder f verhütet, dass nach geschehener Auslösung die Messingfedern je wieder auf die Drahtklemmen zurückschnellen.

Soll statt des Oeffnungsschlages der Schliessungsschlag benützt werden, so wird die gegenwirkende Feder f um c. 20° nach vorwärts gedreht, dann drückt sie auf die vordere Hälfte des Kupferdrahtes d mit grosser Kraft und drückt die amalgamirten Spitzen in das Quecksilber der Näpfchen nn', sobald die Uebergewichtshülse den umgekehrt eingestellten Stecher st berührt. In das Quecksilber der Näpfchen versenkte Stahldrähte ll' führen den Strom mittelst Klemmen in die weiteteren Drahtleitungen über. In Fig. 6 sieht man genauer die Vorrichtung, welche in die Nische N (Fig. 5) versenkt ist, und zwar in seitlicher perspektivischer Ansicht. Ein rechtwinklig gebogener Messingklotz LL, auf dem Boden der Nische festgeschraubt, enthält in seinem senkrechten Theil den Drehungspunkt des zweimal rechtwinklig und ausserdem seiner Fläche nach gebogenen Kniehebels p. Der untere Arm trägt einen niedrigen Vorsprung o. Wird st gehoben, und die Walze W Fig. 5 mittelst d niedergedrückt, so wird durch die Spannung der Feder f der querliegende Theil des Hebels h (Fig. 5 B) gegen den vorderen Rand des Vorsprunges o (Fig. 6) geklemmt. Sowie die Uebergewichtshülse

den Stecher s t berührt, und den unteren Arm des Kniehebels (Fig. 6) niederdrückt, dreht sich die Walze W (Fig. 5 B) rückwärts, und der Contact ss' mit pl pl' wird sofort aufgehoben. Drückt f (Fig. 5) auf den vorderen Theil von d, so greift, wenn die Walze W mit der Hand rückwärts gedreht und s t gehoben worden, der Hacken von h (Fig. 5 B) an der hinteren Fläche des Vorsprunges o Fig. 6 ein, und es tauchen sofort nach der Auslösung durch die Uebergewichtshülse die Kupferdrähte d d' von der Feder f (Fig. 5) getrieben in das Quecksilber der Näpfchen n n' (Fig. 5 A).

Damit das Gewicht den Rollen-Rahmen nicht zu hoch hinaufzieht, muss es ebenfalls aufgefangen werden, was durch eine hölzerne, mit Tuch gefütterte Hülse H Fig. 1 und 2 geschieht, welche an der Säule festgeschraubt werden kann. Eine Verstellbarkeit dieses Theiles ist wünschenswerth, weil die Saite, an welcher das Gewicht hängt, nicht immer ihre Länge beibehält.

Der Rollenrahmen muss in einem beliebigen Moment in Bewegung gerathen, und sein Zurückrollen nach der Beendigung der Bewegung momentan verhütet werden. Dazu bedarf es einer Auslösung und einer Arretirung. Die Auslösung habe ich gewisser Versuche wegen selbst wieder mit einer galvanischen Leitungsbahn in Verbindung gebracht. Man sieht den Ort, wo sie angebracht ist, in Fig. 2 bei au. In Fig. 4 A und B ist die Vorrichtung von der Seite und von hinten zu übersehen. Zum Befestigungspunkt derselben ist die untere in die Säule eingelassene Querstange St Fig. 2 benützt. Auf ihrer oberen Fläche ist die Hornplatte h Fig. 4 A und B aufgeschraubt, und in diese selbst wieder die kleine Messingplatte m (Fig. 4 B) eingelassen. Die erstere ist 6,5 Cent. lang, die letztere 2,4 Cent.; beide sind 1,8 Cent. breit. Auf der Messingplatte ist die kleine 0,6 Cent. hohe Contactsäule c und die Drahtklemme d eingeschraubt. Auf der inneren Fläche des Schienenrahmen ist ein doppelt gekröpftes Messingstück k angebracht, wel-

ches sich um i (Fig. 4 A) dreht, durch die Feder x aber mit seinem oberen hackenförmigen Ende nach vorn gedrückt wird. In die Schienen-Lamelle sch ist ein Schlitz s geschnitten, durch welchen das gekrümmte Ende des Kniehebels vorragt und dem Rollenrahmen verwehrt, emporzusteigen, so lange die Feder x wirkt. Der Rollenrahmen trägt nämlich auf der hinteren Fläche seines oberen Querstückes eine 1 Cent. breite und die Breite des Rahmens überragende platte Eisenstange, welche an ihrem äusseren Ende so gekröpft ist, dass sie auf die Vorderseite der Schienenlamelle in einem Abstand von 4 Millimeter davon gelangt. Von oben nach abwärts ist das Ende dieses Stückes abgeschrägt. Steht der Rollenrahmen unten, so bewegt der Druck der Feder x das vordere Knie des Winkelhebels k über diess vorragende Stück w (Fig. 2) am Rollenrahmen, und hält diesen auf seinem tiefsten Standort fest. Wird aber durch den Druck der Hand auf D (Fig. 4 A) des Winkelhebels der Contact desselben mit der kleinen Säule c hergestellt, so bewegt sich das obere gekröpfte Stück rückwärts, und der Rollenrahmen beginnt sofort seine Bewegung. Wird umgekehrt die Wirkung des Gewichtes durch die Hand aufgehoben, und sinkt in Folge dessen der Rollenrahmen auf seinem Schienenweg herab, so drängt er mit seiner Verlängerung w auf den convexen Hacken des Kniehebels k (Fig. 4 A), schiebt ihn durch den Schlitz in der Schienenlamelle zurück, und geräth dann unter den Hacken; dieser schnappt ein und kommt über die Verlängerung des Rollenrahmen zu stehen, ohne wieder zurückzugehen, bis der Druck auf D die Kraft der Feder x überwindet.

Es gibt Fälle, in welchen es wünschenswerth ist, den Kettenstrom, der durch das Aufschlagen der Uebergewichtshülse unterbrochen werden soll, immer die gleiche Zeit hindurch vorher geschlossen zu halten. Aus diesem Grund befindet sich an der eben beschriebenen Auslösung noch eine Leitungsbahn, welche in dem Moment hergestellt wird, in welchem der Rollenrahmen seine Bewegung beginnt. Auf der kleinen

Messingplatte m (Fig. 4) ist nämlich eine Drahtklemme d aufgeschraubt. Der Kniehebel k hat bei δ ebenfalls eine Schraube, durch welche in ihm ein Draht festgeklemmt werden kann. Nun denke man sich die Drahtklemme k auf dem Tischchen der Säule S Fig. 5 A mit der isolirten Drahtklemme d (Fig. 4 B) verbunden; die Drahtklemme k' Fig. 5 auf dem Tischchen der Säule mit dem negativen Pol des Bechers, den positiven Pol desselben durch einen Draht mit dem Kniehebel an δ (Fig. 4 A): dann wird der Strom erst geschlossen im Moment, in welchem der Rollenrahmen seine beschleunigte Bewegung beginnt, und wird unterbrochen, wenn die Uebergewichtshülse den Stecher st Fig. 5 A an dem Säulentischchen berührt, und der Rollenrahmen seine *gleichförmige* Bewegung beginnt.

Die Arretirung des Rollenrahmen auf dem oberen Endpunkt seiner Bahn ist einfacher. Sie besteht aus einer auf die vordere Fläche der Schienenlamelle aufgeschraubten starken Messingfeder (Fig. 2 a r), welche durch die Verlängerung w am Rollenrahmen zurückgedrängt wird, wenn er emporfliegt, welche aber zurückschnellt und den Rahmen aufhält, sobald er in seiner Bewegung umkehren wollte, nachdem das Gewicht Ch (Fig. 1, 2) in der Hülse H aufgefangen worden ist.

Die Bewegung der Schreibfläche bei dem Fall des Gegengewichtes ist eine vertikale; die schreibende Spitze muss also eine horizontale Bewegung haben. Der Schreibapparat ist ganz getrennt von dem übrigen Instrument, und befindet sich auf dem Experimentirtisch vor dem Fallapparat aufgeschraubt; er muss zugleich mit jenem beschrieben werden.

2. Der Schreibapparat und Experimentirtisch.

Der Experimentirtisch ist sehr massiv gebaut, 9 Decimeter hoch, 12 Decimeter lang, 6,2 Decimeter breit, und seine Platte ist, wie man auf Fig. 8 in der Ansicht von oben bemerkt, so ausgeschnitten, dass

der Schienenrahmen RR bequem in dem Ausschnitt Platz hat. Ausserdem befindet sich auf der Tischplatte der Schuber Sch um die Platte, wenn nöthig noch breiter zu machen. In der Mitte vor der Schreibfläche F ist auf der Platte der Schreibapparat P fest aufgeschraubt, welchen man in Fig. 7 von der Seite, in Fig. 9 von vorn sieht. Der wesentliche Theil besteht in einem sehr leichten messingenen Hebel H, welcher oben rechtwinklig umgebogen ist, um die schreibende Spitze zu tragen. Dieser Hebel ist auf einer 4 Cent. langen Axe α Fig. 7 befestigt, welche selbst in einem Lager ll zwischen Spitzen mit grosser Leichtigkeit und doch ohne alle Schwankungen spielen kann. Die Ebene des Hypomochlion liegt am oberen Ende des unteren Fünftels der Hebellänge. Unterhalb seines Hypomochlion läuft der Hebel in einen Schraubengang g aus, auf welchem ein Messingring b aufgeschraubt wird. Dieser kann je nach seiner Stellung den längeren Hebelarm so vollkommen balanciren, dass derselbe in jeder Lage, die man ihm geben mag, stehen bleibt. Am untersten Ende des Gewindes ist ein feines Häckchen h angebracht, welches, wie man in Fig. 9 sieht, einerseits mit der leichten Stahlstange Sta, andererseits mit dem Faden Fa verbunden werden kann. Das Lager des Pendels ist an dem ⊏ förmig gekröpften Messingstück M Fig. 7 befestigt, welches auf der Stativstange St Fig. 7 höher oder niedriger festgestellt, und um deren Axe gedreht werden kann. Das Messingstück M Fig. 7 trägt vorn einen Gradbogen gb Fig. 7 und Fig. 9, um für gewisse Zwecke die anfänglichen Winkelstellungen des Hebels H in verschiedenen Versuchen genau einhalten zu können. Die Stativstange St ist unten im rechten Winkel gekröpft, und wird mit zwei Schrauben K Fig. 7 auf dem Experimentirtisch befestigt. Man kann die Curven auf zweierlei Weise schreiben lassen. Entweder man bringt am obern Ende des Hebels eine feine Stahlspitze an, von welcher man auf der angerussten Spiegelplatte die Linie einritzen lässt, um von dieser dann die Abdrücke nach irgend einer der bekannten Methoden zu gewinnen; oder man benützt, wie ich diess

für bequemer und eben so gut befunden habe, eigene Pinsel, mit welchen die Curve direkt auf Papier geschrieben wird.

Ich weiss nun allerdings, dass man die anfängliche Methode, sich bei den graphischen Versuchen der Pinsel zu bedienen, fast allgemein aufgegeben, und dafür den Gebrauch stählerner Spitzen, welche auf berusstem Glas schreiben, eingeführt hat. Ich habe mich selbst überzeugt, dass die gewöhnlichen, selbst feinsten Pinsel, noch dazu mit irgend welchen Tinten getränkt, durchaus unbrauchbar sind. Die grosse Biegsamkeit und das rasche Vertrocknen sind Uebelstände, welche die Curven entweder entstellt oder gar unvollkommen entstehen lassen. Nach vielen vergeblichen Versuchen ist es mir endlich gelungen, von einem hiesigen geschickten Fabrikanten geeignete Pinsel zu erhalten. Man nimmt von den feinsten Miniaturpinseln für Aquarell, und lässt einen solchen in die Axe eines zweiten von stärkeren Haaren einbetten, so dass die äusserst feine, nur aus ein Paar Härchen bestehende Spitze des inneren Pinsels in $\frac{1}{2}$ Mill. Länge vorsteht. Durch den Haarkegel des gut gearbeiteten äusseren Pinsels erhält die Spitze des inneren die gehörige Steifigkeit, und was das Wichtigste ist, ihre fortdauernde Tränkung mit Farbstoff. Fig. 12 ist ein solcher Pinsel abgebildet. Die Linien, welche man damit erhält, haben bei gehöriger Einstellung 0,14 Millimeter Dicke, wie ich beispielsweise an einer vor mir liegenden Zuckungscurve eines Muskels gemessen habe. Um bei dieser Feinheit die Linien noch gut sichtbar zu erhalten, wende ich eine Lösung von Carmin in Ammoniak an. Jeder Zusatz von Gummi oder Zucker muss aber vermieden werden, auch darf die Lösung nicht zu concentrirt sein. Setzt man etwas Chlorcalciumlösung zu, so kann man Stunden lang fortschreiben lassen, ohne den Pinsel auf's Neue tränken zu müssen. Zur feinsten Einstellung des Pinsels dient die kleine Mikrometerschraube m Fig. 7, durch welche der Druck der Spitze gegen die Schreibfläche auf's Genaueste regulirt werden kann.

Das Papier, auf welches geschrieben wird, ist geglättetes Velinpapier. Dieses wird auf der Rückseite sehr stark mit einer Mischung aus vielem Wasser, sehr wenig Kleister, wie er zum Stärken der Wäsche angewendet wird, und etwas zerflossenem Chlorcalcium befeuchtet. Die Papierstreifen legen sich dann vollkommen glatt und ohne alle Falten auf der Spiegelplatte im Rollenrahmen an; schon mit wenig Uebung erreicht man es, diese Manipulation in weniger als einer halben Minute auszuführen. Der Zusatz von etwas Kleister verhütet das zu frühe Abfallen oder Aufrollen des Papiers, wie es oft störend eintritt, wenn man die Benetzung bloss mit Wasser vornimmt; der Zusatz von Chlorcalcium verhütet das feste Ankleben des Papiers durch den Kleister, wenn man z. B. zwei Versuche an ein und demselben Präparat in zwei weit auseinander liegenden Zeitmomenten anstellen will.

Ob der Schienenrahmen senkrecht und die Ebene des schreibenden Pinsels genau rechtwinklig darauf eingestellt ist, was für die Versuche unbedingtes Erforderniss bleibt, wird durch folgenden Versuch ermittelt: Die Pinselspitze wird bei fixirtem Hebel an den obersten oder untersten Rand des Papiers auf der Spiegelplatte durch die Micrometerschraube m Fig. 7 sanft angedrückt, hierauf der Rollenrahmen langsam herabgelassen. Dabei muss die aufgezeichnete gerade Linie am entgegengesetzten Punkt der Schreibfläche genau die gleiche Dicke haben wie an ihrem Anfang. Jetzt wird in einer beliebigen Höhe der Schreibfläche vor dem Pinsel der Hebel von seinem unteren Häckchen aus hin und her bewegt, und dabei die Tafel ganz langsam aufgezogen. Auch jetzt müssen alle hin und her laufenden Schlangenlinien an allen Punkten die gleiche Dicke zeigen. Ist diess nicht der Fall, so wird der Hebelträger M Fig. 7 so lange um die Axe des Statives St gedreht, bis diese Bedingung erfüllt ist. Die Stellschraube Sch (Fig. 7) wird sofort ganz fest angezogen, und die Versuche können beginnen.

Zuerst hat man sich davon zu überzeugen, dass bei gleich grossem

Uebergewicht die nach der Auslösung erlangte Geschwindigkeit der Schreibfläche constant bleibt, zweitens dass die Auslösung selbst immer mit der gleichen Geschwindigkeit und auf demselben Punkt des Schienenweges geschieht, drittens dass die Geschwindigkeit nach der Auslösung eine gleichförmige ist, und endlich hat man das Maass dieser Geschwindigkeit selbst zu bestimmen.

Dass bei zwei Versuchen mit dem gleichen Verhältniss zwischen den bewegenden und bewegten Gewichten an den gleichen Orten der Bahn keine grossen Differenzen der Geschwindigkeit vorkommen werden, liess sich bei der Genauigkeit, mit welcher die einzelnen Stücke des Apparates gearbeitet worden und bei dem grossen Gewicht der in Bewegung gesetzten Massen voraussetzen. Da es sich aber bei den Versuchen, für welche der Apparat gebaut ist, um sehr kleine Grössen handelt, und da er in Beziehung auf Genauigkeit dem Helmholtz'schen Myographion zum mindesten gleich kommen soll, so dürfen wir uns nicht auf blosse Möglichkeiten verlassen, sondern wir müssen die Leistung des Instrumentes direkt prüfen. Ich habe verschiedene Wege dazu eingeschlagen. Es handelt sich darum, während die Tafel am zeichnenden Pinsel oder Stift vorüberfliegt, Bewegungen ausführen zu lassen, welche, so oft sie wiederholt werden, absolut gleichen Verlauf und Bestand haben. Dazu eignen sich offenbar am besten Pendelschwingungen, welche wir wegen der vertikalen Bahn unserer Schreibfläche zugleich am bequemsten verwerthen können. Statt des balancirenden Gewichtes b (Fig. 7) ist an den zeichnenden Hebel ein ½ Pfund schweres Bleigewicht angeschraubt. Eine O-förmige Schleife eines weichen Fadens ist an ihrem einen Endpunkt durch ein kleines viereckiges Papierblättchen gezogen, ihre entgegengesetzte Umbiegung wird einfach um das unterste Ende des Gewichtes am Hebel geschlungen. Der Hebel wird durch Zug an dem Papierstückchen in eine geneigte Lage gebracht, und das Papier zwischen einen Elektromagnet und seinen

Anker geklemmt. Durch Verschiebung des letzteren kann man es leicht dahin bringen, dass der anfängliche Winkel, welchen man am Gradbogen (g b Fig. 9) abliest, immer der gleiche ist. Der Elektromagnet liegt horizontal, sein Anker ist mit Papier gefüttert, der Strom des Grove'schen Bechers wird auf constanter Grösse erhalten; geschlossen bleibt die Kette, so lange die Federn s s' Fig. 5 B auf den Contactsäulen k k' angepresst erhalten werden. Aus Fig. 8 kann man sich ein Bild der Drahtanordnung machen, wenn man sich die Drahtenden $\alpha' \beta'$ des Elektromagneten E l mit den Drähten $\alpha \beta$ des Elementes E statt wie auf der Figur mit dem Du Bois'schen Schlitten DB verbunden denkt. Der mit Kautschuk überzogene Arm A r eines neben dem Apparat aufgestellten Statives führt die Drähte vom Tischchen t r der Säule durch die Luft zu den Vorrichtungen auf dem Experimentirtisch.

Die jedesmalige Geschwindigkeit, welche man der Schreibfläche geben will, regulirt man durch ringförmige Bleigewichte, welche in die Uebergewichtshülse gelegt werden. Wenn dann die letztere bei ihrem Fall den Stecher der Auslösung berührt, so dreht sich die Walze w (Fig. 5) rückwärts, die Federn s s' springen von ihren Contactflächen zurück, die Kette ist geöffnet, der Anker fällt ab, weil der Elektromagnetismus verschwunden ist, das schwere Bleigewicht am Schreibhebel beginnt mit diesem seine pendelnde Bewegung, und der leichte Faden mit dem Papierplättchen fällt, ohne den Schwung der Masse irgendwie aufhalten zu können, ab. Ist nun vorher bei geschlossenem Kreis und eingestelltem Hebel die seiner Neigung entsprechende Abscissenaxe gezogen worden, hat man ferner bei ganz langsamem mit der Hand regulirtem Herabrollen der Schreibfläche den Ort aufzeichnen lassen, an welchem die Curve sich bei dem Oeffnen der Kette entwickelt; hat man dann den Hebel bei geschlossenem Kreis wieder in seiner ersten Winkelstellung fixirt, die Schreibfläche durch Auslösung von D (Fig. 4 A) aus emporfliegen und die Schwingung des Pendels aufzeichnen lassen,

so kann man bei Wiederholung des Versuches sehen: erstens ob sich die Curven decken, zweitens ob immer der Zeitverlust vom Moment an, in welchem das Uebergewicht auslässt, bis zu dem, in welchem die Curve von der Abscissenaxe abbiegt, gleich gross ist.

Fig. 1 der Curventafel ist eine solche Linie abgebildet. a f ist die Abscissenaxe für die in allen Versuchen eingehaltene anfängliche Winkelstellung des Hebels, g h die Abscissenaxe für die Ruhelage des Hebels, also für Winkel Null. Die Curve a b entspricht dem Schwingungsbogen des Hebels, wenn die Schreibfläche ruhig an dem Ort gehalten wird, an welchem sich durch das Uebergewicht die Kette öffnet. Demnach entspricht a c der Zeitdauer, welche verstreicht, bis der Pendel zu schwingen anfängt, bis also der Elektromagnetismus verschwunden ist; d e entspricht der Zeit der ersten halben Pendelschwingung.

Bei mehreren ganz speziell zu diesem Zweck angestellten Versuchen erhielt man als Werth für das Abscissenstück a c

1) 0,0211 Secunden,
2) 0,02107 „
3) 0,022 „

also die grösste Differenz 0,001 Sec. Dabei war aber die ursprüngliche Winkelstellung nicht gleich erhalten. Geschah dieses genau, so konnte ich z. B. 7 Curven hinter einander schreiben lassen, ohne dass irgendwo eine Divergenz derselben oder irgend ein erkennbarer Raum zwischen ihnen hätte wahrgenommen werden können. Diese Curven sind der Akademie in der Sitzung vorgelegt worden. Wechselt man die Winkel der Anfangsstellung, so sollte nach der Theorie des mathematischen Pendels bei den verschiedenen Elongationen der Nullpunkt doch immer nach der gleichen Zeit erreicht werden; man weiss aber, dass diess nicht mehr für die wirklichen Pendel gilt, und so habe ich mehrere Büschel von Curven von verschiedenen Winkelstellungen

aus schreiben lassen und dabei für die Winkeldifferenz von 0—28° im Mittel 0,004 Secunden Differenz für die Zeit gefunden, in welcher die Curven die Abscissenaxe der Nulllinie schnitten. Hier ist jedoch nur wichtig zu bemerken, dass bei der Anwendung des schweren, sowie eines im Ganzen nur 50 Grmm. schweren Pendels die Differenz in der Länge der Linie von de nie 0,001 Sec. Zeitmaass überschritt. Da nun die Länge von de 0,1315 Sec. entspricht, so ist die Differenz von 0,001 Sec. gleich 0,007 der ganzen Zeitdauer.

Um zu sehen, ob auch bei geringerer Geschwindigkeit (von 0,208 Meter in der Secunde) die Bewegung der Schreibfläche auf ihrem ganzen Weg gleichmässig ist, habe ich noch ein anderes Verfahren eingeschlagen. Ich stellte das schwere Gewicht des Pendels so, dass sein Pinsel in 9 Secunden 33,5 einfache Schwingungen aufzeichnete, wenn die Tafel durch ein Uhrwerk langsam aufgezogen wurde. Nun liess ich auf's Geradewohl den Pendel schwingen, löste den Rollenrahmen aus und erhielt bei zwei hinter einander angestellten Versuchen z. B. die in Fig. 2 im verkleinerten Maassstab gezeichnete Doppelcurve. Diese schnitten die durch die Mitte der Tafel gezogene Abscissenaxe der Nulllinie an 6 Stellen, an dreien auf der oberen, an dreien auf der unteren Hälfte der Tafel; es waren also drei einfache Pendelschwingungen zweimal verzeichnet. Die Abstände der Schnittpunkte auf der Abscissenaxe betrugen für die erste Curve aa' 113,04 Millim. in der oberen Hälfte und 113,04 Mill. in der unteren Hälfte; genau eben so gross waren die Abstände von b und b' in der oberen, für b'b'' in der unteren Hälfte der Tafel bei der zweiten Curve. Diese Ergebnisse blieben sich gleich, so viele Curven ich auch mochte schreiben lassen, und bezeugten auf's Schlagendste, dass die Forderung einer gleichförmigen Bewegung auf das Genaueste in dem Apparat erfüllt ist.

Die schwierigsten mechanischen Aufgaben durften als gelöst betrachtet werden: gleichmässige Bewegung und bei gleichen Differenzen

von Gewicht und Uebergewicht auf einem bestimmten Ort der Bahn jedesmal die gleiche Geschwindigkeit, und endlich im Bereich der ganzen Länge der Schreibfläche, also auf einer Wegstrecke von mehr als 35 Decimeter, auf allen Punkten der Bahn ebenfalls die gleiche Geschwindigkeit.

Die letzte Frage war, ob, wie sich der Apparat als vollkommen tauglich zu vergleichenden Versuchen erwies, er auch zu absoluten Zeitbestimmungen ausreiche. Denn es war wohl sicher, dass vom Moment des Aufschlagens der Uebergewichtshülse bis zum Beginn der Pendelschwingung mit einer Differenz von höchstens 0,0003 Secunden, in allen Versuchen mit gleicher Anfangsstellung des Pendels die gleiche Zeit verstrich; die mechanische Aufgabe ist aber die, dass wirklich im Moment des Aufschlagens auch der Impuls zur Bewegung gegeben wird, denn in den absoluten Zeitbestimmungen kommt es ja darauf an, zu wissen, wie lange die Folge des Impulses gleichsam „latent" geblieben, d. h. wann wirklich nach erfolgtem Impuls die Bewegung beginnt und die Widerstände entfernt sind, welche sich dem Beginn der Bewegung entgegenstellen. Man könnte alle Erfahrungen und Berechnungen von Helmholtz unmittelbar auch für unseren Apparat verwerthen, wenn in letzterem statt durch die Vorrichtung Fig. 6 die Walze w Fig. 5 einfach etwa durch die Schwere von ss' oder die Friction der Spitzenschrauben ii in einer Stellung erhalten würde, welche den Contact zwischen ss' und kk' herstellt. Dann würde die Uebergewichtshülse durch Schlag auf einen nach rückwärts vorragenden Hebel der Walze den Contact momentan aufheben, wie der Zahn der Schwungscheibe z den Contactstift u in Helmholtz's Vorrichtung (Müll. Archiv 1852 T. VII Fig. 3). Um einen innigeren Contact der Metalle und die Möglichkeit zu erzielen, je nach Stellung der Feder f auf a Fig. 5 B den Oeffnungs- oder Schliessungsschlag zu benützen, habe ich die Vorrichtung Fig. 6 mit dem Stecher angebracht und es handelt sich darum,

zu ermitteln, welche Verzögerung dadurch für den Eintritt des Impulses d. h. also für die Aufhebung des Contactes von kk′ mit ss′ eingeführt wird.

Dazu brauchen wir die Kenntniss 1) des Geschwindigkeitsgewinnes, welche bei dem Aufschlagen des Uebergewichtes der Stecher an der Auslösung erlangt, 2) der Höhe, welche die senkrechte Fläche am Vorsprung o Fig. 6 hat, 3) das Gewicht, durch welches die Auslösung bewerkstelligt wird. Da die Vorrichtung durch Federdruck in ihrer Lage vor der Auslösung gehalten ist, da die Uebergewichtshülse als ein elastischer Körper betrachtet werden darf, da der Stecher vor dem Stoss, welchen er erfährt, in Ruhe ist, so darf die Formel für den elastischen Stoss in Anwendung gebracht werden:

$$v = \frac{2\ M_1\ c_1}{M_1 + M_2}$$

Dabei ist v der Geschwindigkeitsgewinn, M_1 die bewegte, hier im Fall begriffene Masse, c_1 die Geschwindigkeit, welche dieselbe im Moment hat, in welchem sie auf die Masse M_2, d. i. der Gegendruck der Vorrichtung Fig. 6 bei ihrer Anfangsstellung, stossend wirkt.

Gewicht, Rollenrahmen und Uebergewicht wiegen z. B. zusammen 1854 Grmm. Die erlangte Geschwindigkeit dieser Masse ist in dem Moment, in welchem die Uebergewichtshülse den Stecher trifft, = 0,827 Meter. Der Gegendruck, durch welchen der Stecher gehalten wird, beträgt 10 Grmm.; so erhalten wir

$$v = \frac{3708 \times 0,827}{1864}$$
$$= 1,64 \text{ Meter.}$$

Die Höhe der Wand am kleinen Vorsprung von o Fig. 6 beträgt 0,4 Millimeter; demnach wird der Zeitverlust $\frac{0,0004}{1,64} = 0,0002$ Secun-

den vom Moment des Aufschlagens der Uebergewichtshülse bis zum Aufheben des Contactes, d. h. bis zum vollbrachten Oeffnen des Kettenstromes.

Wenn nun 1 Millim. Länge der Abscissenaxe 0,001208 Sec. Zeit entspricht, so ist der Zeitverlust von 0,0002 Sec. in 0,16 Millim. Länge der Abscisse ausgedrückt, und da ferner die Dicke des Pinselstriches = 0,14 Mill. beträgt, so drückt sich graphisch der Zeitverlust in einer Verspätung um Pinselstrichdicke aus.

Inwieweit der zur Reizung verwendete Oeffnungsschlag nach Ausschaltung der Drahtbündel im inducirenden Kreis als wirklich momentan betrachtet werden darf, hat Helmholtz (Müllers Archiv 1850) p. 294 seiner Abhandlung bereits erörtert.

Wir dürfen also jetzt auch für unseren Apparat versichert sein, dass jede Verzögerung im Eintritt einer durch ihn veranlassten Bewegung absolut sicher messbar wird, und ausschliesslich in dem Widerstand der zu bewegenden Massen oder in Ursachen liegt, welche sich jenseits unseres Apparates befinden.

Eine solche Ursache liegt in der Trägheit der zu bewegenden Körper, und da der Muskel nicht selbst schreibt, sondern unter Vermittlung eines Zwischenapparates, nämlich des Pinsel tragenden Hebels, so müssen wir dessen Bewegungen unter den einfachsten Verhältnissen zunächst kennen lernen. Er wiegt 83,2 Grmm. und dreht sich genau balancirt zwischen geölten Spitzen. Die Reibung ist dabei so ausserordentlich gering, dass schon sehr viel kleinere Kräfte als die sind, welche wir an seinem unteren Ende angreifen lassen, im Stande sein müssen, seine Lage momentan zu ändern. Die zur Ueberwindung der Reibung nothwendige nach Millimeter und Gramm ausgedrückte Kraft beträgt nun:

0,093.

Um nun einigermassen die Verzögerungen kennen zu lernen, welche das Abbiegen der Curve von der Abscissenaxe erfährt, wenn der Hebel

plötzlich dem Conflict einander entgegen wirkender Kräfte ausgesetzt wird, habe ich folgende Anordnung getroffen. In Fig. 9 denke man sich von dem Angriffspunkt des Hebels nach beiden Seiten hin einen weichen, aber möglichst wenig elastischen Faden über zwei in Spitzen laufenden Röllchen gelegt, wie in der Figur bei R auf der einen Seite zu sehen ist. An die Ebene des Fadens ist ein horizontal gelagerter Elektromagnet El dicht herangeschoben, so dass der Faden ohne Abweichung von seiner geraden Spannungslinie den Polflächen aufliegt. Auf dieser Seite hängt an dem Faden eine kleine Waagschaale W, etwa 3—5 Millimeter über der Unterstützungsfläche. Am entgegengesetzten Fadenende hängt ein 5-Grammgewichtchen. Wenn man den Strom der Kette durch die Vorrichtung (Fig. 5) auf dem Tischchen der Säule schliesst, so ruft man den Elektromagnetismus hervor, durch welchen der Anker A (Fig. 8) angezogen und der Faden Fa (Fig. 9) festgeklemmt wird. Jetzt legt man auf die Waagschaale W (Fig. 9) ein Gewicht auf, lässt die Schreibfläche herab, wobei der Pinsel die Abscissenaxe zieht, und drückt darauf den Sperrhacken (Fig. 4 k) nieder; die Schreibfläche fliegt alsdann am Pinsel vorbei, die Kette wird geöffnet, der Elektromagnetismus verschwindet, der Anker fällt ab und die Waagschaale W (Fig. 9) sinkt mit der Geschwindigkeit, welche die Differenz der 5 Grmm. auf der einen Seite mit dem Gewicht auf der Waagschaale gestattet, wobei sich ein Stück der Wurflinie aufzeichnet. Wählt man möglichst grosse Gewichte, so wird ihr Fall keine mehr bemerkbare Verzögerung erfahren, so lange die Geschwindigkeit, mit welcher die Schreibfläche sich bewegt, kleiner ist, als diejenige, mit welcher das fallende Gewicht den Pendel bewegt. Diess hat man schon bei 200 Grmm. erreicht, und die Länge der Linie, welche in der Abscissenaxe versteckt bleibt, entspricht nur der Zeit, welche zwischen dem Oeffnen der Kette und dem Abfallen des Ankers verstreicht, also dem Abklingen des Magnetismus im weichen Eisen des Elektromagneten. Diese Zeit entspricht z. B. bei gleich starken Strömen 0,02 Sec. in meiner

Vorrichtung und 7,44 Mill. der Abscissenaxe, wie früher bei dem freien Schwung des schweren Pendels gefunden wurde. Schon bei 100 Grmm. gegen 5 Grmm. fängt diese Linie an, länger zu werden, bei 50 gegen 5 Grmm. ist sie über 0,5 Mill. länger, bei 20 gegen 5 Grmm. über doppelt so lang, und bei 10 gegen 5 nahezu dreimal länger. Wir haben also die Mittel, aus der Länge dieser Linie später Schlüsse auf den Conflict der Kräfte zu machen, welche sich bei dem Antrieb zur Bewegung geltend machen.

Schliesslich kommt noch die Centrifugalkraft unseres Pendels in Betracht, welche von der mitgetheilten Geschwindigkeit abhängt. Sie entspricht bei einer mittleren Geschwindigkeit, mit welcher sich z. B. eine Muskelzuckung bis zu ihrem Culminationspunkt entwickelt, einer Kraft, welche beiläufig 1 Decigramm das Gegengewicht hält. Da nun immer grössere Gewichte, wenn es auch die leere und leichte Waagschaale ist, an dem Muskel hängen, so ist trotz der geringen Reibung im Lager des Hebels nichts von dessen Schwungkraft zu fürchten.

Was endlich die Reibung der Pinselspitze auf der Schreibfläche während der Bewegung anbelangt, so zeigt sich, dass erst nach sehr vielen Schwingungen eines auch nur 50 Grmm. schweren Pendels eine Abnahme ihrer Zahl gegenüber derjenigen beobachtet werden kann, welche von dem Pendel ausgeführt wird, während die Pinselspitze von der Schreibfläche absteht. Bei der grossen Kraft, mit welcher die Zuckungen ausgeführt werden, und wobei die bewältigte Last oft gegen 150 und mehr Grmm. ausmacht, darf man sicher sein, dass die Reibung der Pinselspitze keine irgend bemerkbare Störung oder Verzögerung in der Entwicklung der Curve veranlasst.

Nachdem die möglichen Fehler des ganzen Apparates aufgesucht und abgeschätzt sind, kehre ich zu seiner Aufgabe als zeitmessendes Instrument zurück, wobei es also darauf ankommt, mit einfachen Me-

thoden die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung zu ermitteln, welche der Rollenrahmen nach dem Aufschlagen der Uebergewichtshülse erlangt hat.

Der Apparat gestattet eine sehr grosse Breite für die Aenderung dieser Geschwindigkeit. Will man sehr langsame Bewegungen der Schreibfläche, so verbindet man dieselbe mit irgend einem etwas stärkeren Uhrwerk, dessen Gang gut regulirt ist und kann so die Länge der Schreibfläche auf der Schienenbahn in 11—12 Stunden, oder einer, oder ½ Stunde vom Rollenrahmen durchwandern lassen, je nachdem man Zwischenräder von diesem oder jenem Halbmesser einschaltet. Bleibt die Geschwindigkeit dem Fall des Gewichtes mit seinem Uebergewicht allein überlassen, so ist sie natürlich immer viel grösser und wird dadurch variirt, dass man entweder die leere Uebergewichtshülse anwendet, oder in dieselbe Bleiringe von verschiedener Grösse und in verschiedener Anzahl einlegt. Ganz genau bleibt für die eine oder andere Grösse des Gewichtes und des Uebergewichtes die Geschwindigkeit nur so lange, als die Spitzen, in welchen die verschiedenen Rollen laufen, gleich stark angezogen und gleich gut geölt sind, zweitens so lange die Temperatur des Experimentirraumes unverändert bleibt. Da die Combination von zwei Metallen nicht vermieden werden konnte (Eisen und Messing), so erfährt der Rollenrahmen zwischen den Schienen mit der Temperatur verschiedene Grade der Klemmung. Man hat die Versuche also immer bei der Temperatur anzustellen, bei welcher die Aequilibrirung und Zeitbestimmung gemacht wurde. Es gibt zwei Wege, die jedesmalige Geschwindigkeit zu finden. Der erste beruht auf der Berechnung, wie sie bei der Atwood'schen Fallmaschine vorgeschrieben ist, die zweite auf der Benützung des Pendelschwunges. Ich werde diese Methoden jetzt der Reihe nach durchmustern und mit einander vergleichen.

1. Methode. Durch Wägung.

Die Spitzenschrauben, in welchen sämmtliche Rollen laufen, sind so wenig als möglich angezogen, so weit dies eben nur, um ihre Schwankungen zu verhüten, nothwendig ist. Das Gewicht, welches den Rollenrahmen mit Glastafel und Papier balanciren soll, wird durch feine eingefüllte Schrotkörner so regulirt, dass der Rollenrahmen auf jedem Punkt der Schienenbahn stehen bleibt, wenn das Gewicht ganz ruhig hängt, seine Bewegung an jedem Punkt aber beginnt, wenn 2 Grmm. auf das balancirende Gewicht gelegt werden. Nun wird das balancirende Gewicht auf eine sehr genaue Schaalenwaage gebracht und seine Grösse bestimmt.

Es wog 1702 Grmm.

Die Uebergewichtshülse mit einem eingelegten Bleiring wog 149,5 Grmm. Durch dieses Gewicht von 149,5 Grmm. soll also das Gesammtgewicht von 3404 Grmm. in Bewegung gesetzt werden. Diese Gewichte verhalten sich wie 1 : 22,76.

Das Uebergewicht würde gemäss der aus seiner Schwere resultirenden Kraft mit der gewöhnlichen Beschleunigung fallen. Indem es aber mit dem Gewicht der grossen gegen einander balancirten Massen in Verbindung gebracht ist, so kommt der Fall des Uebergewichtes eben nur zu Stande, wenn jene an der Bewegung Theil nehmen. Das kann aber nur so geschehen, als wenn jene Kraft gleichmässig auf alle Theilchen der drei Massen vertheilt wäre. Daraus resultirt eine proportionale Abschwächung der beschleunigenden Kraft auf die Gesammtheit der zu bewegenden Theilchen. Das ist das Princip, welches der Atwood'schen Fallmaschine bekanntlich zu Grunde liegt.

In unserem Fall wird also die Kraft, mit welcher die Schwere auf die 149,5 Grmm. nach gewöhnlicher Weise wirkt, sich zwischen die 3553,5 Grmm., welche das ganze System bilden, gleichmässig vertheilen. Es wird also jedes ihrer Theilchen durch eine beschleunigende

Kraft sollicitirt werden, welche nur 0,042 der natürlichen Schwerkraft ausmacht. In diesem Maass nimmt die Schnelligkeit der Beschleunigung, welche sie hervorbringt, ab. Wir erhalten also für die Beschleunigung p statt wie beim freien Fall 9,81 Meter nur

0,41202.

Die Endgeschwindigkeit v eines Körpers für einen bestimmten Punkt des durchlaufenen Weges s findet man beim freien Fall nach der Formel

$$v = \sqrt{2\,p\,s}$$

Diese Endgeschwindigkeit bleibt bei der Fallmaschine, nachdem das Uebergewicht aufgefangen ist, so lange, bis die äusseren Widerstände sich bemerklich machen, für unsere Hilfsmittel wenigstens so gut wie constant. An dem Rollenrahmen des Myographion haben wir uns überzeugt, dass auf dem ganzen Rest des Schienenweges kein Abweichen von der gleichförmigen Bewegung mehr nachgewiesen werden kann.

Wenn die Uebergewichtshülse aufschlägt, hat der Rollrahmen mit beschleunigter Geschwindigkeit den Weg von 0,395 Meter durchlaufen. Nach der obigen Formel berechnet sich hieraus die in diesem Moment erlangte und von dort an bis zum oberen Ende der Schienenbahn beibehaltene Endgeschwindigkeit

$$v = 0{,}5705 \text{ Meter in der Secunde.}$$

Der Weg von 1 Millim. auf der Schienenbahn beansprucht demnach 0,00176 Secunden. Das ist hiernach der Zeitwerth von 1 Millim. Länge der Abscissenaxe.

2. *Methode. Durch Pendelschwingung.*

Diese Methode ist wegen der verschwindend kleinen Reibung der Pinselspitze an der Papierfläche zulässig, selbst wenn man vollkommen

freischwingende, von keinem Uhrwerk getriebene schwere Pendel benützt. Im letzteren Fall beruht die einzige Schwierigkeit darin, für die möglichst kleine Anzahl der ersten Schwingungen mit zuverlässigen Tertienuhren die Zeitdauer einer einfachen Schwingung zu berechnen, was natürlich bei guten Uhrwerken mit schnellem und immer gleichmässigen Pendelschwung keine Schwierigkeit hat. Da ich kein solches Werk derzeit besitze, welches mit der erforderlichen Geschwindigkeit einen pinseltragenden Pendel in Gang erhält, so bediente ich mich des freischwingenden Pendels. Mit dem Schlag der Tertienuhr wurde der anfänglich in mässigem Winkel gehaltene Pendel losgelassen und seine 6 ersten einfachen Schwingungen abgewartet, bei dem 7. Rückschwung der Chronometer arretirt, und die Zeit bestimmt. Nachdem dies so oft wiederholt worden, dass eine bestimmte Secundenzahl hiefür durch ihre vorwiegend häufige Wiederkehr als die richtige angenommen werden durfte, wurde der Pendel in der oben beschriebenen Weise mit dem Anker des Elektromagneten in demselben Winkel gestellt erhalten, von welchem aus man bei der Zeitbestimmung der Schwingungsgeschwindigkeit die Bewegung hatte beginnen lassen. Eine Abscissenlinie war in der geneigten Stellung des Pendels, eine zweite in seiner senkrechten Ruhelage gezogen worden. Gewichte und Uebergewichte sowie Temperatur sind für den graphischen Versuch bei dieser Methode so gross als bei der ersten.

Die senkrechten Abstände vom Beginn der Curve c Fig. 1 bis zum Schnittpunkt auf der Abscisse dh gibt dann, wenn der Pendel auf der vorüberfliegenden Fläche schreibt, die Länge des Weges, welcher in der bekannten Zeit einer halben einfachen Schwingung zurückgelegt wird. Man hatte für 6 einfache Schwingungen 3,3 Sec. Zeitdauer gefunden. Darnach wäre die Zeit für eine halbe einfache Schwingung 0,275 Secunden. Die Länge de der Abscisse war 0,157 Meter. Demnach legt der Rollenrahmen in einer Secunde den Weg von 0,570 Meter zurück.

Beide Methoden geben also mit einem Werth der Ungenauigkeit von 0,5 Millim. pro Secunde die Geschwindigkeit der Bewegung übereinstimmend an und ich gebe der ersteren den Vorzug, weil nur zwei Gewichtsbestimmungen zu machen sind und die Berechnung weniger Zeit erfordert, als zu dem Zählen und Aufzeichnen der Schwingungen des Pendels und der Aufstellung der dazu erforderlichen Apparate nothwendig ist.

I. Versuchsreihe am Atwood'schen Myographion.

In dieser Reihe soll der Versuch gemacht werden, künstlich Bewegungserscheinungen an dem schreibenden Pendel hervorzurufen, welche in ihrer äusseren Form mit den von zuckenden Muskeln erzeugten übereinstimmen, und welche zweitens durch Hilfsmittel erzeugt sind, deren Wahl durch die willkürliche Annahme bestimmt wurde: es resultire die Curve der Zuckung aus dem Conflict von Kräften, welche in festen und zusammenhängenden Gewebselementen des Muskels ihr Spiel beginnen und vollenden. Um dem leitenden Gedanken dieser Versuchsreihe leichter folgen zu können, haben wir uns an die allgemeine Form der Zuckungscurve zunächst wieder zu erinnern.

Fig. 8 ist eine solche copirt, wie sie Helmholtz zuerst an seinem Myographion hat schreiben lassen, und welche er in seiner Abhandlung analysirte. Aehnliche Curven sind dann später von verschiedenen Autoren entweder wiederholt am Myographion gefunden oder einfach von der Abbildung bei Helmholtz copirt worden.

Die Resultate der Analysen lassen sich kurz und allgemein gehalten in Folgendem zusammenfassen:

1) Die Zuckungscurven entwickeln sich als Ausdruck mehrerer einander entgegenwirkender Kräfte, von welchen das eine System eine Verkürzung, das andere eine Wiederherstellung der ursprünglichen Länge anstrebt.

2) So lange die Curve ihre Convexität der Abscissenaxe zukehrt, ist das System der verkürzenden Kräfte grösser, als das andere; so lange dagegen die Curve ihre Concavität der Abscissenaxe zukehrt, findet das Umgekehrte statt.

3) Eine jede nach oben concave Stelle der Curve bezeichnet im ansteigenden Theil ein Ansteigen mit beschleunigter, im absteigenden Theil ein Absteigen mit absteigender Geschwindigkeit. Beide Arten dieser Bewegung können nur dadurch entstehen, dass die Resultanten beider Systeme von Kräften nach oben gerichtet sind.

4) Eine jede nach oben convexe Stelle bezeichnet im ansteigenden Theil eine Ansteigung mit abnehmender, im absteigenden Theil ein Absteigen mit zunehmender Geschwindigkeit, und diese ganze Bewegung ist der Ausdruck einer nach unten gerichteten Resultante der Kräfte.

5) Wo convexe Stellen in concave übergehen und umgekehrt, also an den „Wendepunkten" der Curve sind die Erhebungshöhen den Gleichgewichtshöhen gleich, denn

6) in den concaven Stellen ist die Spannung des Muskels grösser, als das entgegenwirkende Kräftesystem; die Curve der Gleichgewichtshöhen muss dort also höher liegen, als die gezeichnete Curve; in den convexen Stellen ist die Spannung des Muskels kleiner, die Curven der Gleichgewichtshöhen liegen dort also tiefer, als die gezeichnete Curve. Beide Curven müssen sich demnach in den Wendepunkten schneiden und die Verbindung dieser Punkte zu einer Curve gibt die der Gleichgewichtshöhen.

7) Diese Curve der Gleichgewichtshöhen wird an dem Helmholtz'schen Apparat geschrieben, wenn durch verstärkte Friction in der Axe des zeichnenden Hebels die verzögernden Kräfte die Unterschiede zwischen concaven und convexen Stellen verwischen.

8) Unter den gewöhnlichen Umständen sieht man in Folge eines momentanen Reizes erst nach einiger Zeit („latente Reizung“) circa 0,02 Secunden die Verkürzung beginnen. Die Verkürzung geschieht anfänglich mit grösserer, dann mit immer mehr abnehmender Geschwindigkeit, dann tritt die Wiederverlängerung ein, welche anfänglich langsamer, dann immer rascher wächst.

9) Die verlängernde Resultirende ist, wie sich an horizontal gelagerten Muskeln zeigt, nicht bloss von der Schwere abhängig, weil deren beschleunigende Kraft viel zu gross ist gegenüber der langen Zeitdauer, welche für das Auf- und Absteigen der Curve in Anspruch genommen wird. Für ersteres wird gewöhnlich 0,180 Secunden, für letzteres 0,105 Secunden in Anspruch genommen; doch veranlassen verschiedene Umstände auch hiebei grosse Veränderungen.

Aus diesen Sätzen greifen wir zunächst diejenigen heraus, welche uns die Wahl der Triebkräfte bezeichnen, deren wir uns zu bedienen haben, wenn wir der Theorie entsprechende und zugleich der Form der Zuckung analoge Bewegungen auf künstlichem Weg nach erzeugen wollen. Es müssen entgegengesetzt gerichtete Kräfte sein, von welchen die eine nicht ausschliesslich durch die Schwere repräsentirt ist, sie müssen willkürlich in ihren Werthen variirt und momentan gegen einander in's Spiel gesetzt werden können. Wir machen aber weiter die Voraussetzung, welche in den verschiedenen bis jetzt aufgestellten Theorien der Zuckung nicht bestimmt betont, aber überall stillschweigend gemacht worden zu sein scheint, nämlich die: *„dass der Conflict der Kräfte, aus welchen die ganze Zuckungsform resultirt, in den gleichen Formelementen von Statten gehe, wie in der Continuität homogener Massen.“*

Die Anordnung, durch welche ich diess allgemeinste Princip der Muskelverkürzung künstlich nachzubilden versuchte, wird dadurch

wenigstens gerechtfertigt, dass ich genau dieselben Curven willkürlich zu erzeugen im Stande bin, wie sie der zuckende Muskel schreibt. Ich schreite zu ihrer Schilderung. Das Gegengewicht des schreibenden Pendels (Fig. 9) ist so regulirt, dass auch bei der feinsten Einstellung der Schraubenspitzen an der Drehungsaxe der Pendel H in jeder Lage stehen bleibt, seine beiden Arme also vollkommen gegen einander balancirt sind. In das Häckchen an seinem unteren Ende wird zuerst mit einem Oehr der Faden Fa befestigt, welcher über die Rolle R läuft und die leichte Waagschaale W trägt, sodann wird in dasselbe Häckchen der leichte Stahlstab Sta eingehängt, welcher 28 Cent. lang und 6 Grmm. schwer ist. Dieser Stahlstab hängt in der Schlinge eines sehr weichen Fadens F, wobei der Schenkel der Schlinge 1 Meter lang ist. Mit dem Stahlstab ist eine gute Spiralfeder verbunden, welche an ihrem entgegengesetzten Ende unverrückbar fest geklemmt ist. In der nächsten Ebene vom Faden Fa ist ein Elektromagnet aufgestellt, durch dessen Anker in der oben (pag. 373) schon beschriebenen Weise der Faden festgehalten werden kann. Nun wird ein Gewicht A auf die Waagschaale gelegt, und die Spiralfeder dadurch gedehnt. Zu diesem Gewicht A kommt ein zweites B auf die Schaale. Die Spannung geschieht also jetzt durch A + B. Hierauf wird die Kette durch die Vorrichtung auf dem Tischchen der Säule geschlossen, der Anker vorgelegt, der Faden geklemmt und das Gewicht B entfernt. Schlägt die Uebergewichtshülse auf, so fällt der Anker ab und die Feder macht ihren Rückschwung, deren Gang von dem Verhältniss der Gewichte A und B und der Steifigkeit der Feder an sich abhängig sein wird.

Die Grösse des Gewichtes B vertritt uns hiebei die Spannkraft des Muskels, welche, wenn sie frei wird, die von dem Gewicht A abhängige Länge der Feder in Folge der beschleunigenden Kraft ihres Rückschwunges zu verringern streben wird. In welchem Maass dieses geschieht, und mit welcher Geschwindigkeit richtet sich nach der Länge

und Steifigkeit der Feder, welche die durch A gegebene Länge immer zu erhalten sucht. Die Widerstandskraft der Feder einem Druck gegenüber ist abhängig von ihren Dimensionen und ihrer eigenen Elasticitätsgrösse auf der einen Seite und von dem angehängten Gewicht A auf der anderen Seite. Denn das letztere gibt ihrem eigenen Ausdehnungs-Bestreben einen in gleichem Sinn wirkenden Zuwachs, und arbeitet mit jenem der Kraft entgegen, welche die Feder in Folge der vorausgegangenen Anspannung durch B zusammenzudrücken, zu verkürzen strebt. B nennen wir daher das spannende Gewicht und bezeichnen es mit Sp, A vermehrt in variabler Weise den Widerstand, welcher sich der Wirkung von Sp entgegensetzt, und wir bezeichnen es als Widerstandsgewicht mit W.

Wir können auf diese Weise die Versuche an ein und derselben Feder variiren, dann die Feder selbst wechseln, können ferner beide Versuchsgruppen vergleichen, um ihre Uebereinstimmung und die allgemeinen Gesetze kennen zu lernen, welche für die innere Mechanik der Muskelverkürzung von Wichtigkeit sind.

Bei Versuchen mit den gleichen Spiralfedern kann man drei Wege einschlagen:

1) Man variirt W und lässt Sp gleich, 2) man variirt Sp und lässt W gleich, 3) man variirt auf's Geradewohl beide und vergleicht unter den geschriebenen Curven diejenigen mit einander, deren grösste Ordinaten (Verkürzungswerthe) gleich gross geworden sind. Dabei wird der Wahl von W darin ein bestimmtes Ziel gesteckt, dass durch dasselbe die Elasticitätsgrenze der Feder nicht überschritten werde; d. h. also nach Wegnahme des Gewichtes W muss die Feder ihre ursprüngliche Länge wieder erreichen; dasselbe gilt von Sp.

Zur Anwendung kam zuerst eine 2 Cent. lange Spiralfeder von steifem Neusilberdraht, welche innerhalb ihrer Elasticitätsgrenze durch

20 Grmm. um 1,6 Millim. = 8% ihrer ursprünglichen Länge verlängert wurde.

Zuerst wurde W constant gelassen, Sp variirt. In Fig. 3 sind die gewonnenen Curven über einander gelegt dargestellt. Wir theilen die Abscissenaxe in folgende Stücke:

ab = Anfang der Curve bis zur höchsten Ordinate der Elongation;

bc = von dem Ort der höchsten bis zu dem der niedrigsten Ordinate, oder gleich der Zeit, innerhalb welcher die verlängernden Kräfte das grösste Uebergewicht wieder gewonnen haben.

bd = grösste Resultante durch das Vorwiegen der verkürzenden Kräfte oder Maass der grössten Elongation des Rückschwunges.

ce = grösste Resultante durch das Vorwiegen der verlängernden Kräfte.

Die Werthe dieser Curvenstücke sind übersichtlich in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle I.

	W.	Sp.	bd	ce	ab	bc	bc — ab	ab + bc	
	in Grammen.		in Millim.		in Secunden.				
1)	50	20	2,15	0,62	0,1016	0,102	+ 0,0016	0,2037	
2)	50	40	5,00	1,33	0,0964	0,1073	+ 0,0109	0,2037	Differenz
3)	100	20	2,86	1,14	0,13765	0,12967	— 0,00798	0,26732	0,06362
4)	100	40	6,54	1,69	0,1326	0,13472	+ 0,00212	0,26732	
5)	50	50	7,298	1,537	0,1064	0,0973	— 0,0091	0,20370	0,14875
6)	200	20	2,731	1,262	0,18753	0,16492	— 0,02261	0,35245	
7)	200	50	7,987	2,042	0,1729	0,17955	+ 0,00665	0,35245	

Die zweite Reihe von ähnlichen Versuchen wurde an einer 6,5 Cent. langen Spiralfeder aus Stahldraht gemacht, welche durch 20 Grmm. um

0,3 Mill., also um 0,43% ausgedehnt wurde. Die Ergebnisse sind mit den gleichen Bezeichnungen wie oben in der nächsten Tabelle zusammengestellt.

Tabelle II.

W	Sp	bd	ce	ab	bc	bc — ab	ab + bc	
in Grmm.		in Millim.		in Secunden.				
100	50	1,583	0,229	0,059185	0,06517	+ 0 005985	0,124355	
100	100	3,006	0,458	0,057456	0,067165	+ 0,009709	0,124621	Differenz 0,030324
200	100	2,639	0,458	0,073017	0,081928	+ 0,008911	0,154945	
200	200	5,072	1,813	0,075278	0,079667	+ 0,004389	0,154945	

Endlich wurden noch Versuche an einem sehr dünnen Kautschuk-Faden gemacht, deren Ergebnisse folgende waren:

W	Sp	bd	ce	ab	bc	bc — ab	ab + bc
20	10	1,468	0,688	0,11438	0,11438	0	0,22876
20	20	3,649	1,40	0,11438	0,11438	0	0,22876
30	20	3,924	1,606	0,123424	0,11837	0,005054	0,241794

Man kann nun auch verschiedene Federn nach einander anwenden und sowohl W als Sp bei jeder so oft versuchsweise variiren, bis man eine Reihe von Curven erhält, deren Grenzordinate (Maximum der Verkürzung oder Elongation) bd gleich ist; und untersuchen, welche Bedingungen nothwendig waren, um in dieser Beziehung die Curven unter einander gleich zu machen, und welche andere Verhältnisse an ihnen gleichzeitig von einander abweichen.

Ich benützte dazu erstens zwei Federn aus demselben Material, welche durch 1 Grmm. um 0,45% verlängert wurde. Bei der kurzen F betrug die absolute Verlängerung durch 1 Grm. 0,08 Mill., bei der langen F′ betrug diese Verlängerung 0,34 Mill.; dann kam eine dritte Feder F″ in Anwendung, welche durch 1 Grm. um 0,023% verlängert wurde, und bei welcher die absolute Verlängerung durch 1 Grm.

0,015 Mill. betrug. In der folgenden Tabelle bedeuten W, und die kleinen lateinischen Buchstaben dasselbe wie in den früheren Tabellen; mit T ist die Totaldehnung durch W + Sp bezeichnet mit Wd die Dehnung durch W, mit Spd die Dehnung durch Sp, mit $\frac{Wd}{Spd}$ das Verhältniss der Dehnungen durch W und Sp und zwar beziehen sich alle Zahlen auf das procentische Verhältniss der Dehnung zur ursprünglichen Länge der unbelasteten Feder. In der Rubrik L findet man die Zeit für den in der Abscissenaxe versteckt bleibenden Anfangstheil der Curve von dem Moment an gerechnet, in welchem der Anker des Elektromagneten abgefallen war. Die Zeit vom Oeffnen der Kette bis zum Abfallen des Ankers betrug in dieser Versuchsreihe 0,01064 Sec. — Die Ordinate bd ist in allen Curven = 2,15 Mill.

Tabelle III.

W in Grm	T	Wd	Spd	$\frac{Wd}{Spd}$	cc in Mill.	L	ab	bc	bc — ab	ab + bc		
	in Procenten.					in Secunden.						
50	28	20	8	1 : 2,5	0,62	0,00665	0,1016	0,102	+ 0,0016	0,2037	1	F
100	48	40	8	1 : 5	0,98	0,00665	0,1293	0,1263	— 0,0039	0,2556	2	F
50	23,4	22,5	0,9	1 : 25	2,54	0,0113	0,27039	über 0,173*		über 0,44*	3	F′
20	9,7	8,888	0,8879	1 : 10,0	1,8	0,017157	0,25283	über 0,173*		über 0,42*	4	F′
100	4,547	2,3	2,247	1 : 1,023	0,43	0,001596	0,06198	0,06517	+ 0,003192	0,127148	5	F″
200	6,859	4,6	2,259	1 : 2,04	0,43	0	0,06756	0,08206	+ 0,01449	0,149625	6	F″

Diese Versuche, welche ich bereits im Winter 1859 angestellt und bei

---

Die Bezeichnung mit * will sagen, dass der Punkt c erreicht wurde, nachdem die Schreibfläche schon an dem Pinsel in ihrer ganzen Länge vorübergeflogen, also nicht mehr gemessen werden konnte; statt dessen trat also nur der unterste Punkt der Abscissenaxe in die Berechnung mit der Bezeichnung „über“ ein.

meinem Vortrag im ärztlichen Verein gezeigt habe, führten zu folgenden Ergebnissen:

Der Rückschwung einer elastischen Feder führt zu ungleich grossen Elongationen, wenn bei gleichem Werth von W Sp variirt wird. Die Grösse dieser Elongation ist bei gleichem Werth von Sp abhängig von der Dehnbarkeit der Feder, und dem Verhältniss von Sp zu W. Je kleiner Sp im Verhältniss zu W, desto kleiner ist auch bei der gleichen Feder die Elongation. Wie gross aber immer bei ein und derselben Feder die Elongation sein möge: die Schwingungsdauer bleibt gleich gross, so lange W nicht geändert wird.

Für die Länge des Curvenstückes ab + bc entscheidet an einer Feder also immer nur W, die Ordinate bd mag gross oder klein sein. Je grösser die Widerstände, welche sich der Schwingung entgegensetzen, desto gestreckter wird die Curve.

Die lebendige Kraft der Feder wächst aber bei constantem Werth von W mit der Grösse von Sp. Denn wenn die Massentheilchen auch bei variirtem Werth von Sp dabei immer wieder in der gleichen Zeit an den gleichen Ort geschafft werden, so ist natürlich bei hoher Ordinate bd der bis dahin zurückgelegte Weg grösser, als bei niedriger Ordinate. Das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit ist dort also grösser, als hier. Bleiben sich also die inneren durch die Cohäsion der Feder bedingten und die äusserlich noch in Form von Sp hinzugefügten Spannkräfte gleich, so müssen die Curven um so gestreckter werden, je grösser W ist.

Betrachten wir die letzte Tabelle, in welcher die Umstände aufgesucht sind, unter welchen die Elongation bei variirtem W und gewechselter Feder gleich bleibt, so ergibt sich für eine und dieselbe Feder z. B. F oder F″ ein einfaches Gesetz, wenn wir übersichtlich die Werthe von W und $\frac{W d}{S p d} = \mu$ zusammenstellen.

Für Feder 1 F	$W = 50, \quad W' = 100$ $\mu = 0{,}4 \quad \mu = 0{,}2$
Für Feder 2 F′	$W = 50 \quad W' = 20$ $\mu = 0{,}04 \quad \mu' = 0{,}1$
Für Feder 3 F″	$W = 100 \quad W' = 200$ $\mu = 0{,}98 \quad \mu' = 0{,}49$

Man sieht sofort, dass immer $W\mu = W'\mu'$ ist oder also $W : \mu' = W' : \mu$; d. h. die Schwingungsweite der Feder bleibt gleich, wenn das Produkt von Widerstandsgewicht und Verhältniss der Dehnung der Feder durch dieses zu der Dehnung durch das weiter spannende Gewicht, welches den Rückschwung bedingen soll, in zwei Fällen gleich ist.

Wenn wir auch an dieser Tabelle das erste Gesetz prüfen, so finden wir es ebenfalls bestätigt, indem auch hier bei der gleichen Feder die Schwingungsdauer mit der Grösse des Widerstandsgewichtes W wächst.

Indem zugleich hier aber alle procentischen Dehnungsgrade bestimmt sind, so haben wir Gelegenheit, eine theoretische Betrachtung zu prüfen, welche in jüngster Zeit in den neuen Elementen der Mechanik von Schellbach* angestellt wurde. Die Voraussetzungen, welche darin gemacht wurden, sind genau dieselben, welche wir in unseren Experimenten realisirt haben. Das a seiner Formel entspricht unserem Wd, das a′ unserem Spd. Auch er hat die Schwingungsdauer unabhängig von der Schwingungsweite, abhängig aber von der angehängten Last (W) gefunden. Für die Schwingungsdauer, bei uns also Länge der Curve, stellt er die Formel auf:

$$T = \pi \sqrt{\frac{a'}{g}}$$

*) Neue Elemente der Mechanik von Schellbach, dargestellt und bearbeitet von G. Arendt. Berlin 1860 pag. 216 ff.

wobei g die beschleunigende Kraft der Schwere = 9,8126 Meter bedeutet.

Wenn wir nun für unsere zwei Federn F und F″ je in den zwei für sie angeführten Fällen des t nach der obigen Formel berechnen, und sehen, in welchem Verhältniss t zu t′ steht, so können wir vergleichen, wie weit dieses Verhältniss mit dem von uns zwischen ab + bc in zwei Versuchen gefundenen stimmt.

Es ergibt nun für die Feder F die Beobachtung:

1) die Schwingungsdauer 0,20,
2) die Schwingungsdauer 0,255.

Die Berechnung zeigt das Verhältniss 0,20 : 0,26.

Für die Feder F″ fanden wir:

1) die Schwingungsdauer 0,127,
2) die Schwingungsdauer 0,149.

Die Berechnung zeigt das Verhältniss 0,127 : 0,155.

Bedenkt man, dass die theoretische Formel für vollkommen elastische Körper und für sehr kleine Schwingungen gilt, beides aber in unseren Versuchen der Natur der Sache nach nicht stattfinden konnte, so darf man eine vollkommene Bestätigung der theoretischen Betrachtung durch das Experiment für diese Fälle erkennen.

Die Formel muss aber insofern nicht als ganz allgemein giltig betrachtet werden, weil darin nicht die Eigenthümlichkeiten der Federn selbst erschöpfend bezeichnet sind.

Der Formel nach sollte nämlich auch das berechnete Verhältniss der Schwingungsdauer zwischen 1 und 4 der Versuchsreihe, also bei Anwendung verschiedener Federn in ähnlicher Weise mit der Beobachtung übereinstimmen, wie bei den Versuchen an ein und derselben

Feder, wenn deren Unterschiede durch das a′ der Formel schon hinreichend abgeglichen wären.

Der Versuch gibt aber das Verhältniss : 0,127 : 0,203,
die Berechnung : 0,127 : 0,315.

Offenbar ist die procentische Verlängerung zweier verschiedener Spiralfedern durch das gleiche Gewicht kein genauer Ausdruck für die Differenz ihres Elasticitätsmodulus, welcher doch eine so grosse Rolle bei der Schwingungsdauer spielt. Das a′ der Formel bezieht sich nur auf die Verlängerung der Spiralfederaxe; diese kann aber bei ein und demselben Gewicht sehr verschiedene Werthe je nach der Länge der Spirallinie haben, welche als Federmasse um die Axe herumläuft, es bleibt also z. B. schon die Art der anfänglichen Federwindung dabei ohne Berücksichtigung.

Schon aus dem Gang unserer Curven lässt sich erkennen, welchen verschiedenen Einfluss die innere Beschaffenheit der Feder im Verein mit dem Widerstandsgewicht auf ihre Entwicklung ausübt. In der ersten Versuchsreihe (der I. Tabelle) finden wir in Versuch 1, 2, 4, 7 den Werth von b c — a b positiv, d. h. also die Zeitdauer für das Sinken der Curve grösser als für ihr Ansteigen; nur bei absolut sehr hohen Werthen von W und kleinen von S p wird dieser Werth negativ in den Versuchen 3 und 6. Positiv ist er auch ausnahmslos bei den Versuchen der II. Tabelle, welche mit der starken Feder angestellt sind. Die lebendige Kraft der Feder ist also für die halbe Schwingung gerechnet im letzteren Fall grösser, als in den ersteren, wenn in beiden die Ordinate b d gleich hoch ist.

Man kann also im Allgemeinen sagen: je grösser die innere Steifigkeit der ganzen Feder bei Beginn des Rückschwunges war, desto kürzere Zeit verstreicht bis zur Erreichung des Gipfelpunktes ihrer Schwingung verglichen mit der Zeit, welche von da ab verstreicht, bis

sie ihre erste Schwingung vollendet hat, oder zum tiefsten Punkt zurückgekehrt ist.

Dass mit Vergrösserung des Werthes von W gegenüber dem von Sp immer grössere Anfangsstücke der Curve in der Abscissenaxe gleichsam vergraben bleiben, und in so auffallenderem Maass, als die Feder selbst weicher ist, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

Endlich habe ich noch bei zwei verschiedenen Federn, nämlich bei F und F'' der III. Tabelle W und Sp vielfach variirt, und den concaven Anfangstheil der Curve in's Auge gefasst. Zieht man z. B. in der Curve Fig. 9 vom Anfangspunkt derselben q eine gerade Linie zu ihrem Gipfel l, so würde diese Gerade den Gang der Verkürzung bei einer stetig wirkenden Kraft bezeichnen. Je flacher die wirklichen Curvenbögen sind, deren Sehnen jene Gerade darstellt, desto weniger beschleunigend wirken im einen oder anderen Sinne die Kräfte, welche bei der Erzeugung der Curve thätig sind. Auf der Strecke qm sind es die verkürzenden Kräfte, auf der Strecke ml die verlängernden, welche das Uebergewicht gewinnen. Das Verhältniss von om zu mq verglichen mit der Bahnhöhe n gibt uns einen Maassstab M für die Steilheit und Einbiegung des Anfangstheiles der Curve.

W	Sp	W : Sp	mq	n	mo	M	
200	200	1 : 1	36,2	0	11	∞	F'' (starke Feder).
100	50	1 : 0,5	38	0,15	4,7	53,3	
50	150	1 : 3	15,1	0,2	6,4	11,8	
50	20	1 : 0,4	36	0,1	5	72	F (kurze schwächere Feder).
200	50	1 : 0,25	91	4	20,5	1,1	
50	50	1 : 1	66	4	24	0,7	
50	100	1 : 2	57,3	5	35,3	0,3	

Der Vergleich der Versuche an F und F'' im Ganzen ergibt, dass die Curvenanfänge um so flacher verlaufen, je geringer die Summe der

dehnenden Gewichte gegenüber der Steifigkeit der Federn ist. Innerhalb jeder Versuchsgruppe der einzelnen Feder für sich erkennt man, dass das Anfangsstück um so flacher und gestreckter verläuft, je grösser das Widerstandsgewicht im Verhältniss zum spannenden Gewicht ist.

Nachdem wir uns jetzt über die Vorgänge an der elastischen Feder so weit als für unsere Zwecke nothwendig ist, orientirt haben, gehen wir über zur

II. Versuchsreihe am Atwood'schen Myographion,

welche an Froschmuskeln angestellt wurde.

Es ist zuerst die Aufstellung des Präparates und die Anordnung der Apparate bei dem Reizversuch zu beschreiben. Man vergleiche hiezu die Fig. 8—11, in welchen die Buchstaben zur Bezeichnung der einzelnen Theile durchaus beibehalten sind. Die Richtung, in welcher sich die Schreibfläche bewegt, verlangt eine horizontale Lagerung des Präparates; zugleich muss dasselbe vor Wasserverlust geschützt und behufs des Wechsels der äusseren Umstände, denen wir es aussetzen wollen, in einem besonders hiefür construirten Behälter eingeschlossen sein. Ferner ist es bequem, um verschiedene Curven neben einander auf demselben Papierstreifen aufzeichnen zu lassen, wenn man das Gehäuse des Muskels auf einem sehr fein zu bewegenden Schlitten in horizontaler Ebene ohne alle Veränderung der Zugrichtung des Muskels verschieben kann. Die ganze Vorrichtung sieht man von aussen in Fig. 11. Das Muskelgehäuse Ca ist durch ein Metallband B auf einem viereckigen Kästchen von 7,5 Cent. Länge, 4 Cent. Breite und 2 Cent. Tiefe mit Schrauben befestigt. Das Kästchen verschiebt sich in einem Falz der 20 Cent. langen Schienenbahn Sch, sobald der Kopf des Triebes T, welches an die Schienenbahn angeschraubt ist, umgedreht wird, und dabei in die Zahnstange za eingreift; durch Federdruck (bei f) wird dieselbe gegen die Triebwalze angedrückt, und durch die ganze

Vorrichtung ist eine vollkommen mikrometrische Verschiebung des Muskelgehäuses ermöglicht. Der Schlitten ist stark beschwert, da er selbst auf einer dicken Spiegelplatte steht.

Das Muskelgehäuse Ca selbst sieht man im Durchschnitt in Fig. 10. Es besteht aus zwei auf den ringförmigen Böden aufgelötheten Cylindern, von welchen der äussere einen Durchmesser von 8 Cent., der innere einen solchen von 2,6 Cent. hat. Der innere Cylinder ist aus möglichst dünnem Kupferblech gearbeitet, der äussere aus sehr starkem. Dieser besitzt ausserdem noch einen Ueberzug von dickem Rindsleder. In den Raum zwischen dem äusseren und inneren Cylinder führen von aussen die gebogenen 0,4 Cent. weiten Messingröhren A und E, an welche Kautschukschläuche befestigt werden können. Der eine Schlauch verbindet E mit einem grossen Wasserreservoir; der Schlauch, welcher an A befestigt ist, gewährt dem Wasser einen bestimmten Abfluss. Senkrecht auf die Cylinderaxe führt durch die Mäntel beider eine kurze Röhre herab, in welcher mit Kork ein Thermometer Th aufgestellt werden kann. Das cylindrische Gefäss desselben ragt frei durch das Metallrohr in den inneren Cylinderraum herein, in welchem der Muskel befindlich ist. Zur Befestigung des Muskelhalters H dient eine auf der einen Bodenfläche des Gehäuses aufgelöthete Hülse h mit Stellschraube. Gleichzeitig sieht man ein dünnes Messingröhrchen z diese Bodenfläche schief durchbohren. Sie dient dazu, einen feinen Strahl von irgend welcher Luftart in das Gehäuse von aussen hereinzublasen. Auf der entgegengesetzten Seite hat der innere Cylinder statt des Bodens einen durchbohrten Deckel D. Bei dem Beginn des Versuches wird ein Cylinder von Fliesspapier, welcher den Muskelraum austapeziert, mittelst einer Spritzflasche benetzt. Die Knochenfragmente des Kniegelenkes werden im Muskelhalter fixirt; derselbe wird mit dem isolirten gastrocnemius in den Hintergrund des Gehäuses zurückgezogen, seine Sehne in das gablige Endstück (ga) der Stange Sta gelegt, und mittelst einer kleinen Nadel festgehalten. Diese wird nämlich durch die Löcher der

platten Gabelzinken und den knorpligen Theil der Sehne gestossen. Ist diess geschehen, so wird der Deckel D, welcher so lange an der Stange Sta gehangen hatte, vorgeschoben. Die Stange Sta steht, wie früher schon angegeben wurde (Fig. 9), mit dem Ende des schreibenden Pendels in beweglicher Verbindung und setzt sich gleichsam von da aus in den geschmeidigen aber festen Faden Fa fort, welcher über die Rolle R läuft, und die 8—10 Grmm. schwere Waagschaale W trägt. Der Elektromagnet El Fig. 9 ist natürlich jetzt beseitigt.

In Fig. 8 sieht man die ganze Aufstellung der Apparate bei dem Reizversuch im Grundriss; aber auch hier fällt der Elektromagnet El weg.

Wir wollen den Strom vom Grove'schen Becher E aus verfolgen. Vom Zink aus geht die Drahtleitung α über den Stativarm Ar weg zur Unterbrechungsstelle auf dem Tischchen tr der Fallmaschine (Fig. 5). Von da verbindet der Draht β, indem er ebenfalls über den isolirenden Arm Ar weggeht, die Klemmschraube k' des Unterbrechungsapparates mit dem Elektromagneten des Du Bois'schen Schlittens DB. Von dessen oberer Klemme führt der Draht α zum Platin. Der Inductionsstrom, welcher beim Oeffnen oder Schliessen dieses Kreises entsteht, nimmt seinen Weg aus der secundären Spirale z. B. durch δ nach dem Gyrotrop G; von da aus über η nach dem Träger St des Pinselhebels (Fig. 7), durch die Spitzen des Lagers ll zum Hebel, und von dessen Hacken h längs der Stange Sta (Fig. 8) zum Muskel. Jenseits des Muskels geht er auf dem Muskelhalter zur Drahtklemme kl (Fig. 10), zum Gyrotrop auf dem Draht ε, und von da über γ zur secundären Spirale. Alle diese Vorrichtungen sind ausnahmslos von einander durch starke Spiegelplatten, auf welchen sie stehen, isolirt.

Die Reihenfolge, in welcher die einzelnen Akte jedes Versuches sich stets wiederholen, ist diese: der Rollenrahmen mit der Schreib-

fläche hat seinen höchsten Stand; die Waagschaale W wird, wie es der Versuch verlangt, belastet; nachdem die elastische Nachwirkung vorüber ist, wird der Rollenrahmen E durch Emporheben des Gegengewichtes langsam herabgelassen und die Abscissenaxe gezogen. Jetzt ist der Rollenrahmen unten, und arretirt (durch die Vorrichtung Fig. 4). Sofort wird der Gyrotrop (G Fig. 8) so gestellt, dass der Inductionsschlag durch sein Metall vor dem Muskel vorbeigeht. Dann wird der primäre Kreis durch die Vorrichtung Fig. 5 geschlossen. Ist diess geschehen, so dreht man den Gyrotrop so, dass beim Oeffnen des primären Kreises der Inductionsstrom durch den Muskel fährt. Während man dann die grosse Rolle W auf dem Gipfel der Säule (Fig. 1 und 2) mit der Hand regiert, und die untere Arretirung (Fig. 4) des Rollenrahmen lüftet, bewegt man die Schreibfläche langsam aufwärts, und um jene Zeit so langsam als möglich, in welcher sich die Uebergewichtshülse dem Stecher (Fig. 6 st) nähert. Sowie jene diesen berührt, öffnet sich der primäre Kreis und die Zuckung schreibt sich an der Stelle, an welcher diess geschieht, in Form eines kurzen Striches auf. Dieser Strich ist also die Marke für den Zeitpunkt, in welchem der momentane Reiz den Muskel trifft. Sofort wird die Tafel wieder etwas herabgeschoben, der Gyrotrop zurückgestellt und mittelst des Triebes T Fig. 11 am Schlitten des Muskelgehäuses die Pinselspitze wieder auf den obersten Punkt der Abscissenaxe zurückgeführt, falls nach der Zuckung eine geringe Verlängerung oder Verkürzung des Muskels sollte zurückgeblieben sein. Ist diess geschehen, so wird der Rollenrahmen ganz niedergelassen, das etwa schwingende Gewicht mit der Hand rasch beruhigt, und die untere Arretirung wieder gelüftet. Die Tafel fliegt empor, und die Zuckungscurve wird dabei gezeichnet. Diese wird an zwei Punkten mit einer Marke oder Nummer versehen, und die Umstände notirt, unter welchen sie geschrieben worden. Man kann nun entweder zwei und mehr Curven über ein und derselben Abscissenaxe entstehen lassen, oder man kann das Muskelgehäuse nach jeder Zuckung etwas verschieben und so jede

neue Curve über einer neuen Abscisse aufzeichnen. Das Letztere ist zu empfehlen, wenn die Curven voraussichtlich sehr ähnlich werden, das Erstere, wenn man grössere Unterschiede voraussetzen darf. Entsprechend den Versuchen mit den Spiralfedern wurden die Versuche an Muskeln variirt. Bei jeder Gruppe wurden dieselben Umstände, unter welchen die erste Curve geschrieben worden, am Ende zum zweitenmal genau wieder hergestellt und verglichen, ob diese letzte Curve von der ersten eine Abweichung zeigte. Nur die von zwei gleichen Curven eingeschlossene Gruppe diente zum Ausgang der Vergleichung aller ihrer Curven unter einander, weil man dadurch allein die Sicherheit hatte, dass die verschiedenen Zuckungsformen nur durch Veränderungen der äusseren Umstände und nicht gleichzeitig durch unbekannte und unberechenbare Abweichungen in den inneren Zuständen der Muskeln hervorgerufen waren.

In der nachstehenden Tabelle sind zwei solche Versuchsreihen zusammengestellt, welche so angestellt worden waren, dass in der einen Gruppe immer grössere Belastungen in Anwendung kamen, während die Stromstärke gleich blieb (Curventafel Fig. 4); in der anderen (Curventafel Fig. 5) so, dass die Belastung gleich blieb und die Intensität der Ströme geändert wurde.

Im ersten Fall waren die Rollen des Inductions-Apparates vollkommen über einander geschoben und dadurch ein Reiz erzeugt, welcher weit die Stärke übertraf, die zur Erzeugung des Zuckungsmaximums nothwendig gewesen wäre, wie besondere nachträgliche Versuche an demselben Muskel lehrten. Man war also gewiss, dass jedesmal die *ganze* Energie des Muskels in Anspruch genommen wurde, und durfte annehmen, dass die Intensität des Reizes gleich, und dabei das *gleiche* Maximum der inneren Spannkraft des Muskels in allen Versuchen der einen Gruppe ausgelöst worden. Im zweiten Fall wurde die Intensität des Reizes durch die Verschiebung der secundären Rolle erzeugt, und es bedeutet in der Tabelle 0 die ganz über einander geschobenen Rollen

8, 8,5 etc. die Abstände ihrer ersten Windungen in Centimetern. Es sind nun in der Tabelle folgende Grössen bestimmt: 1) die Elongation der Schwingung = s, also der Maximalwerth der Verkürzung; 2) die Zeit, welche bis zu diesem Punkt verstreicht t, und zwar vom Moment der Reizung an gemessen; 3) die Zeit, welche von da ab verstreicht, bis die Curve zur Abscissenaxe zurücksinkt t′; 4) die Länge der latenten Reizung lt.

Tabelle I.

I. Gruppe. Maximum des Reizes, variirte Belastung. (Fig. 4.)

Belastung in Gr.	s in Meter.	t in Secunden.	t′ in Secunden.	ganze Schwingung t+t′ in Secunden.	$\frac{t}{t'}$	lt
10	0,0032	0,111321	0,09709	0,208411	1,147	0,018
20	0,002057	0,086184	0,052402	0,138586	1,644	0,0209
30	0,00188	0,081795	0,048146	0,129931	1,700	0,0227
50	0,001583	0,0798	0,042427	0,122227	1,882	0,0247

II. Gruppe. Gleichbleibende Belastung mit 10 Grmm., variirte Reiz-Intensität. (Fig. 5.)

Rollen-Distance in Cent.	s	t	t′	t+t′	$\frac{t}{t'}$	lt
0	0,0032	0,111321	0,09709	0,208411	1,147	0,018
8	0,0028	0,108528	0,0798	0,188328	1,36	0,02593
8,5	0,002409	0,10507	0,075411	0,180481	1,39	0,02793
9,4	0,00103	0,09709	0,056126	0,153216	1,73	0,03059
0	0,0032	0,111321	0,09709	0,208411	1,147	0,018

Beide Gruppen von Curven sind somit durch drei ganz unter einander übereinstimmende eingeschlossen und es darf, da sie alle von ein

und demselben Muskel gewonnen sind, mit Sicherheit behauptet werden, dass ihre Unterschiede allein von den willkürlich eingeführten Bedingungen abhängig sind.

Um noch weitere Vergleichungspunkte der Curven unter einander zu gewinnen, habe ich von der, wenn auch nicht ganz streng giltigen Voraussetzung aus, dass nämlich der Gipfelpunkt der Elongation mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit erreicht werde, die Arbeit L des Muskels berechnet. Da es mir dabei nicht auf die absoluten Werthe ankam, sondern nur auf einen Ueberblick über die Richtung der Reihe, so habe ich weder eine Reduction auf die Querschnitts- und Längen-Einheit vorgenommen, noch das kleine Gewicht mit in Anschlag gebracht, welches die horizontale Schwebe des Muskels zu erhalten in Anwendung kommen musste.

Die Berechnung geschah nach der für die beschleunigte Geschwindigkeit geltenden Formel, wodurch dann die Arbeit $L = \frac{2\,5}{t^2}\,M s$ wird, wenn M die Masse $= \frac{G}{g}$ bedeutet. Wir erhalten also:

Tabelle II.

I. Gruppe. Rollen-Distance = 0.			II. Gruppe. M constant = 1,019.	
Belastung in Grammen.	M	L	Rollen-Distance.	L
10	1,019	0,001684	0	0,001684
20	2,018	0,0022991	8	0,001356
30	3,058	0,0032309	8,5	0,0010713
50	5,097	0,0040106	9	0,0001147

Die Zahlen für L beziehen sich auf Gramm und Meter.

Wir entnehmen dieser Tabelle das Gesetz, dass die bei einer einzelnen Zuckung geleistete Arbeit innerhalb der Grenzen von 10—50

Grmm. mit der Belastung zunimmt, ebenso wie mit der Verstärkung des momentanen Reizes.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf die beiden Curvengruppen (Fig. 4 und 5), so sehen wir bei der ersten den ganzen Büschel fast wie aus einem einzigen Stiel hervorgehen, d. h. die Anfangsstücke der Curve liegen da, wo sie sich über die Abscissenaxe erheben, dichter hinter einander als bei den Curven der zweiten Gruppe. In der letzteren würde man ein Bild für das Anfangsstück jeder nächstfolgenden Curve erhalten, wenn man die Abscissenaxe parallel mit sich selbst gegen die erste vorschöbe. So würden, von der mit der grössten Stärke des Reizes erzeugten an, immer längere und längere Strecken des flach concaven Anfangstheiles in der Abscisse vergraben werden und die Dauer der latenten Reizung in dem oben angegebenen Verhältniss wachsen. Das fällt natürlich bei unseren Curven mehr auf, weil ihre Längen zwischen 148 und 102 Millim. absoluter Messung der Abscisse liegen. Ich gehe jetzt zu den

Schlussfolgerungen

aus beiden Versuchsreihen am Atwood'schen Myographion über.

Die allgemeinste Voraussetzung, welche für beide Reihen gemacht wurde, war die, dass die gezeichnete Curve der Ausdruck von dem Conflict zweier einander entgegenwirkender Kraftsysteme sei. In der ersten Reihe konnten diese Kräfte bestimmte Namen, Elasticität und beschleunigende Kraft der Schwere einerseits, zu bewegende Masse, also Gewicht, andererseits erhalten; in der zweiten Reihe musste man bei der aus dem Resultat des Vorgangs allein abgeleiteten allgemeinen Bezeichnung „verkürzende und verlängernde Kraft" stehen bleiben. In beiden Fällen führt der wirkliche Conflict dieser Kräfte zu einer sehr rasch erfolgenden Abgleichung in Form etwelcher Oscillationen, unter welchen die Wirkung des einmaligen momentanen Impulses verklingt. Die Formen der Curven, ihr zeitlicher Verlauf nach absolutem Maass, die Grösse der

Elongation, das Verhältniss der zeitlichen Entwicklung ihrer einzelnen Abschnitte — alles das liess sich unter geeigneten Umständen im allgemeinen bei den zwei Reihen ganz gleich machen. Welcher Natur in den beiden Fällen die Kräfte waren, kann uns vollkommen gleichgiltig sein, das Resultat muss in seinem gesetzlichen Ausdruck bei dem Muskel, wie bei der Feder gleich sein, wenn die zweite Voraussetzung, welche für die Feder ewiesener Massen gilt, auch auf den Muskel seine Anwendung findet. Diese zweite Voraussetzung ist aber die, dass für beide einander entgegenwirkende Kräfte die Angriffspunkte in ein und derselben Atomgruppe oder mit anderen Worten in ein und demselben homogenen Massenelement liegen.

Unsere ganze Untersuchung dreht sich um diesen Punkt, ob nämlich jene Voraussetzung den Resultaten der Versuche nach richtig sein kann, oder falsch sein muss.

Ich setze der Kürze wegen die Gesetze, welche aus der I. Versuchsreihe gewonnen wurden, neben die, welche wir der II. Reihe entnehmen müssen.

Gesetze für die Federn aus Reihe I.	Gesetze für die Muskeln aus Reihe II.
1) Mit der Zunahme des Widerstandes, also der primären Dehnung der Feder nimmt bei gleicher Spannkraft (Sp) die Leistung zu.	Mit Vergrösserung des angehängten dehnenden Gewichtes nimmt die Arbeitsgrösse des Muskels zu.
2) Mit Zunahme der Spannkraft (Sp) bei gleichbleibendem Widerstand (W) nimmt die Leistung der Feder zu.	Mit Verstärkung des Reizes wächst bei gleichbleibender Belastung die Leistung des Muskels.
3) Bei gleich grossem Werth von Sp nimmt mit dem Wachsen der	Bei gleicher Stärke des Reizes, wodurch jedenfalls die ganze Energie

Widerstände durch die Belastung bei gleicher Elasticität der Feder die Länge der Curve (ihre Schwingungsdauer) *zu*.

des Muskels in Anspruch genommen wird, also bei grosser und immer *gleicher* Verkürzungskraft nimmt die Länge der Curve (Schwingungsdauer) mit der Zunahme der Belastung *ab*.

4) Bei gleichbleibender Belastung und ungleich grossem Impuls zur Schwingung ändert sich nur die Elongation, nicht aber die Schwingungsdauer.

Bei gleichbleibender Belastung wächst mit der Intensität des Reizes Elongation *und* Dauer der Schwingung.

5) Je grösser der Impuls (Sp) im Verhältniss zum gleichen Widerstand (W) ist, desto rascher erhebt sich die Curve über ihre Abscisse.

Je grösser der Impuls im Verhältniss zum gleichen dehnenden Gewicht ist, desto kürzer ist die Dauer der latenten Reizung.

6) Je grösser die durch W und Elasticität der Federn erzeugte innere Steifigkeit, desto rascher erhebt sich die Curve über die Abscisse.

Je grösser die durch die Gewichte erzeugte erhöhte innere Steifigkeit des Muskels, desto grösser ist die Dauer der latenten Reizung.

7) Das Verhältniss von $t' : t$ wächst im Allgemeinen mit der Grösse von W und bei gleichem W mit der Grösse von Sp.

Das Verhältniss von $t' : t$ wächst mit der Belastung und nimmt ab mit der Intensität des Reizes.

8) Bei starken Federn (mit grosser innerer Steifigkeit) ist die zweite Hälfte der Curve immer grösser als die erste.

Bei dem Muskel ist wegen seiner Weichheit, so lange die Elasticitätsgrenze durch dehnende Gewichte nicht überschritten wird, die zweite Hälfte der Curve ausnahmslos kleiner als die erste.

Aus diesen Parallelsätzen greifen wir den vierten heraus, überzeugt, dass wir unsere Voraussetzung fallen lassen müssen, wenn trotz der grössten Anzahl von zutreffenden Analogien in Beziehung auf andere Reihen von Punkten, in Beziehung auf nur Einen offenbarer Widerspruch zu Tag kommt.

Unsere Voraussetzung ist: Im Muskel herrschen längs eines Systems homogener Massenelemente zwei Kräfte, welche in entgegengesetzter Richtung die Länge des Systems zu ändern streben. Ihre sichtbare Wirkung muss Null sein, so lange beide gleich gross sind, und umgekehrt müssen, so lange sich die einmal gegebene Länge des Muskels constant erhält, beide Kräfte gleich gross sein. Der Reiz, welcher auf einen Muskel wirkt, und Contraction erzeugt, kann die Verkürzungskraft nicht *erzeugen,* sondern nur das Gleichgewicht zwischen beiden stören, und er kann diess in verschiedener von seiner Intensität abhängigen Grösse thun. Im Ganzen sind drei Möglichkeiten gegeben: entweder der Reiz paralysirt kleinere oder grössere Bruchstücke der verlängernden Kräfte, oder er wirkt einfach als Zuwachs zu den verkürzenden, oder er wirkt auf beide Kräfte zugleich.

Jeder momentane Impuls, wie der Oeffnungsschlag der Inductionsvorrichtung, kann in einem solchen System nur momentan das Gleichgewicht stören, und alles, was *nach* diesem Moment erfolgt, ist nur ein Abklingen oder Ausgleichen der Störung, dessen Form sich nach dem Maass der Störung einerseits und nach den absoluten gegenseitigen Werthen der Kräfte *vor* dem Reiz richten muss. Wie immer der Muskel vor diesem Moment beschaffen sein mag, ob durch grosse oder sehr kleine Gewichte gespannt — in der Ruhe sind beide Kräfte gleich, also die verkürzende Kraft gleich der verlängernden. Ihr absoluter Werth mag steigen oder fallen: ihre relative Grösse bleibt immer = 1. Es ist gleichgiltig, ob man sich die Bewegung primär erzeugt denkt durch eine momentane Schmälerung der ausdehnenden oder der verkür-

zenden Kraft, es lässt sich darüber nicht entscheiden, weil dieser Moment viel kürzere Zeit ausfüllt, als die latente Reizung; unmittelbar darauf muss das ursprüngliche Verhältniss sich wieder herzustellen streben, oder der Reiz muss ausser der unmittelbaren Folge des Stosses noch eine weitere erkennbare Nachwirkung auf die Vermehrung oder Verminderung der einen oder anderen Kraft hinterlassen, während die Zuckung erfolgt. Geschieht das Erstere, so muss nach dem allgemeinen Gesetz der Schwingung, sowie wir es auch an den elastischen Federn wieder erkannt haben, die Schwingungsdauer unabhängig von der Elongation sein. Wächst mit der Elongation die Dauer, so kann, wenn unsere Voraussetzung beibehalten werden soll, das ursprüngliche Verhältniss nur so gestört sein, dass die dehnende Kraft auf einige Zeit das Uebergewicht über die spannende erhalten hat. Findet diess aber statt, so muss die Curve mit einem Schwung unter die Abscissenaxe beginnen, d. h. mit einer Verlängerung, was niemals nach momentanem Reiz stattfindet. Somit kann unsere Voraussetzung, dass die Muskelzuckung auf dem Rückschwung solcher einfacher elastischen Massen beruhe, in welchen das Gleichgewicht verkürzender und verlängernder Kräfte momentan gestört worden ist, nicht mehr beibehalten werden und wir haben uns sofort umzusehen, welche andere Voraussetzung mit den Zuckungscurven und dem, was wir sonst über den Zuckungsvorgang wissen, in Einklang zu bringen ist.

Dass im Muskel elastische Massen vorhanden sind, kann Niemand leugnen, dass in ihnen Ausgangs- *und* Endpunkt des Zuckungsvorganges liegt, haben wir zurückweisen müssen. Dass der Ausgangspunkt der Zuckung nicht in ihnen liegen kann, weil unter gewissen Umständen der Anfangstheil der Curve trotz der Zunahme ihrer Länge bei gleicher Belastung nicht unter die Abscisse sinkt, was geschehen müsste, wenn in der elastischen Masse der Ausgangspunkt der Bewegung läge, ist ebenfalls klar. Der primäre Anstoss zur Verkürzung muss also aus-

serhalb der elastischen Massen liegen, und die ganze Form der Zuckung aus der Wechselwirkung einer gestossenen und einer elastischen, Widerstand leistenden Masse abzuleiten sein.

Wie immer man den Bau des Muskels betrachten will: die Annahme elastischer Schläuche in ihm kann nicht widerlegt werden. Denken wir uns diese Schläuche in einem von ihrem Aggregatzustand und von dem an ihnen ziehenden Gewicht abhängigen Spannungsgrad, gleichzeitig erfüllt mit einer Masse, welche durch Stoss in Schwankung gebracht werden kann, so werden in dem Schlauch Wellen verlaufen, deren Form und Dauer von der Heftigkeit des Stosses und der Spannung der Wand abhängen. Je schlaffer die Wandung, desto langsamer und mit grösseren Elongationen schreitet die Welle fort; je stärker gespannt die Wandung ist, desto schneller und flacher ist der Wellenzug. Diese Wellen der Wandung laufen zwischen den beiden fixen Punkten des Schlauches hin und her. Jetzt denken wir uns den elastischen Schlauch aufgehängt, und nur an seinem oberen Endpunkt befestigt. Ein Theil seines Inhaltes soll plötzlich gegen das obere Stück des Schlauches ansteigen; so wird sich dieses Stück erweitern und die ganze Länge entsprechend abnehmen. Die Spannung der Wand ist wegen des nicht comprimirbaren Inhaltes abhängig von dessen Menge und dem äusseren durch Gewichte regulirbaren Zug, welchen wir am freischwebenden Ende durch Belastung erzeugen können. Wird der Inhalt im Schlauch mit einer gewissen Geschwindigkeit deplacirt, so wird plötzlich dem Theil des Schlauches, aus welchem Inhalt austritt, ein Theil der davon abhängigen Spannung genommen; der Rückschwung ist zwar um so kleiner, je grösser die Belastung ist, aber um so kräftiger, wie bei der Feder, je grösser die Anfangsspannung war. Mit dieser zusammenhängend kann bei gleicher Stosskraft nur weniger Inhalt deplacirt werden, als bei schlafferen Wandungen; die Verkürzung des Schlauches bleibt also auch weniger ausgiebig in jenem, als in diesem Fall. Wächst

die Heftigkeit des Stosses, so kann um so mehr Inhalt deplacirt werden, je schlaffer die Wandungen sind; je mehr aber die Masse des zu deplacirenden Inhaltes anwächst, desto längere Zeit verstreicht, bis diess geschehen ist, desto grösser wird mit der Elongation die Schwingungsdauer. Die letztere muss aber um so mehr wachsen, wenn, wie erwiesen, die Elasticität in einem gewissen Verhältniss mit der Heftigkeit der Zuckung abnimmt.

Man hat sich bisher noch keine genaue Rechenschaft davon geben können, wie diese Elasticitätsabnahme mit der Verkürzung zusammenhängt. Es lässt sich zeigen, dass diess Phänomen nicht an die Zeitdauer der Zuckung gebunden ist, sondern dieselbe noch überdauert. Es kann also auch nichts mit der plötzlichen Gleichgewichtsstörung der supponirten Kräfte zu thun haben, sondern wird als eine secundäre Erscheinung aufgefasst werden müssen und zwar so, dass sie im Zeitraum der sogenannten latenten Reizung, d. h. in der Zeit, welche nothwendig ist, die Trägheit der gestossenen Masse zu überwinden, in Folge des Processes zu Wege gebracht wird, welcher den Stoss veranlasst. Die chemischen Vorgänge, welche erwiesenermassen beim Tetanisiren im Muskel vor sich gehen, müssen, wenn auch minutiös, aber doch nicht wirkungslos bei jeder einzelnen Zuckung zu Stande kommen. Dass dort Elasticitätsänderungen der Schläuche hervorgerufen werden, lässt sich experimentell nachweisen; sie müssen also auch hier auftreten. Wie die Bewegung der Masse eingeleitet, und wodurch die Elasticität dabei geändert wird — darüber will ich meine Meinung nicht äussern; auch wird man es entschuldigen, dass ich über den ganzen mechanischen Vorgang nur allgemeine Ansichten ausgesprochen habe, statt sie weiter durch Experiment oder Calcul zu unterstützen. Denn ich will meine Meinung hierüber vorläufig nicht für mehr ausgeben, als was sie ist: eine wahrscheinliche Hypothese in ihrer Durchführung, welcher nur ein allgemeiner Satz zu Grunde liegt, welchen ich allein von Anfang an zu entscheiden im Sinn gehabt habe, nämlich der, dass die Schwingung der

elastischen Muskelmasse, welche sich graphisch aufzeichnet, ein secundärer Process ist, angeregt durch den Stoss einer Masse auf diese elastischen Theile, wobei also Trieb- und Widerstandskraft nicht in ein und demselben System homogener Moleküle gelegen sein kann.

Dass ich hypothetisch die Muskelcontraction in ihrer Curvenform als den Ausdruck einer negativen Schlauchwelle betrachte, mag durch die Untersuchungen Kühne's[1] gerechtfertigt sein, welcher das von Porret entdeckte Phänomen der Flüssigkeitsbewegungen durch galvanische Ströme bereits mit der Muskelzuckung in Zusammenhang gebracht hat. Da von ihm hierüber weitere Mittheilungen zu erwarten sind, so begnügte ich mich, eine der am nächsten liegenden Voraussetzungen zurückgewiesen und damit der Ansicht von Kühne über den Zuckungsvorgang sowie über den Bau des Muskels eine weitere Stütze gegeben zu haben.

Anhang.

Ohne der Mittheilung einer ausgedehnten Untersuchung über den Einfluss der Temperatur auf die Form der einfachen Zuckung und auf die tetanischen Zuckungsreihen vorgreifen zu wollen, seien hier vorläufig nur einzelne Beispiele der graphischen Aufzeichnungen mitgetheilt und in der Kürze ihre Ergebnisse mit der durch gegenwärtige Abhandlung gewonnenen Erfahrung verglichen.

Die Methode der Untersuchung ist im Wesentlichen beibehalten. Die Temperatur der feuchten Luft in dem Muskelgehäuse wird durch

1) Kühne: über das Porret'sche Phänomen am Muskel. Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv 1860 Heft IV.

die Speisung seines Calorimeterraumes Ca Fig. 10 aus einem grossen Reservoir mit Wasser bewerkstelligt. Um die Temperatur rascher oder langsamer zu ändern, steht die Zuflussröhre E Fig. 10 mit einem Doppelhahn in Verbindung, welcher mit weiter Oeffnung die Communication des Raumes Ca entweder mit einem Reservoir für heisses oder für kaltes Wasser leicht herstellen oder aufheben lässt. Der Thermometer zeigt in der kürzesten Frist die Temperatur an, welche der Muskel in seiner ganzen Masse angenommen hat.

Soll die Luft in der Umgebung des Muskels unter Null abgekühlt werden, so benützt man ein Gefäss, dessen Form man sich leicht vorstellen kann, wenn man sich den Mantel des äusseren Cylinders in Ca wegdenkt. Dieser Apparat befindet sich dann in einem entsprechenden Metallgefäss, welches die Kältemischung enthält.

Sollen die Tetanuscurven vom Muskel geschrieben werden, so wird als Uebergewicht die leere Hülse auf das Gewicht gesetzt, um die Bewegung des Rollenrahmen zu verlangsamen. Um die tetanisirenden Ströme jedesmal in demselben Zeitmoment der Fallbewegung in den Muskel hereinbrechen zu lassen, ist folgende Drahtverbindung hergestellt. Vom Element direkt zum Elektromagnet und der Säule der Feder am Du Bois'schen Schlitten; von der secundären Spirale die Drähte $\gamma\delta$ (Fig. 8) zum Gyrotrop wie gewöhnlich; vom Gyrotrop weg ε und η wie sonst; gleichzeitig aber von diesen aus Zweigbahnen zu den Klemmen kk' (Fig. 5). So lange durch die nach vorn niedergedrückte Walze W (Fig. 5) der Contact ihrer Federn ss' mit den Klemmen erhalten ist, gehen die Stösse der fortwährend mit gleich schneller Unterbrechung spielenden Inductionsvorrichtung auf der metallischen Bahn vor dem Muskel vorbei. Ist jener Contact durch die herabfallende Uebergewichtshülse aufgehoben — dann erst finden die elektrischen Ströme den Weg zum Muskel.

Aus den Curven, welche durch einfache Zuckungen (Curventafel

Fig. 6) aufgezeichnet worden, ersieht man, dass von der mittleren Temperatur an (15^0) nach abwärts die Schwingungsdauer immer länger und länger wird, dabei wächst bis zu + 3^0 die latente Reizung oft bis zum vierfachen ihrer Dauer an; die Elongation wird bei gleicher (kleiner) Belastung und gleichem (starkem) Reiz kleiner; steigt die Temperatur wieder, so treten die ursprünglichen Curvenformen sehr rasch wieder hervor. Die Schwingungsdauer und latente Reizung wird immer kleiner, die Elongation bleibt bis + 28^0 C. im Wachsen, dann aber und zwar sehr rasch nimmt Elongation und Dauer ab und bei 35^0 C. ist im höchsten Fall noch eine sehr rasch und schwach ablaufende Zuckung zu erhaschen.

Merkwürdiger Weise kann aber bei Verbindung des Muskels statt mit der Waagschaale mit einem Myodynamometer die Ueberzeugung sehr leicht gewonnen werden, dass häufig bei + 3^0 und bei + 28^0 die von der Verkürzungskraft bewältigten Gewichte genau gleich gross sind. Da die Schwingungsdauer im ersteren Fall aber viel länger als im letzteren ist, so sieht man, dass die Leistung (s P) in der Wärme grösser, aber weniger nachhaltig ist, als in der Kälte; dort wird das Maximum des Gewichtes kaum $^1/_{1000}$ Secunde in der Höhe gehalten, hier dagegen oft über $^3/_{100}$ Secunden.

Lässt man Tetanus-Curven schreiben (Curventafel Fig. 7), so beobachtet man, dass von + 6^0 an die Hubhöhe wiederum bis + 28^0 C. steigt; während sie aber dort erst nach $^9/_{10}$ Secunden erreicht wird, wird dieselbe hier schon nach $^1/_{900}$ Secunden erreicht. In Temperaturen über + 13^0 zerfällt die Curve in lauter Schlangenlinien, deren Krümmungen immer grösser werden, je mehr sich die Temperatur dem 35ten Grad nähert, während von + 10^0 an abwärts die Curve, nach langsamen Ansteigen, der Abscissenaxe ganz parallel läuft. Allen Curven, welche mit starken Schlangenbiegungen anfangen, ist aber gemeinschaftlich, dass auch sie schliesslich in fast ganz gerade Linien übergehen, obwohl die Schwingung der Feder am

Schlitten continuirlich den genau gleichen Ton hören lässt, also die Unterbrechungsgeschwindigkeit gleich bleibt.

Wären die tetanischen Contractionen nur der Ausdruck von immer auf's neue und mit der gleichen Geschwindigkeit sich folgenden Gleichgewichtsstörungen, so müssen während der ganzen Dauer des Tetanus wie am Anfang die Oscillationen in der Curve bemerkbar bleiben, und könnten nicht nach und nach die einzelnen Gipfel derselben zu einer Geraden zusammenfliessen. Unter der Annahme aber, dass, wie beim constanten Strom in Kühne's Versuch auch beim Tetanus, je länger er dauert, je mehr Inhaltsmasse an einem Querschnitt der Schläuche angehäuft werde, erklärt sich das Entstehen der Curve einfach. Der Ort der Anhäufung wird hier aber nicht unmittelbar von der Applicationsstelle der negativen Elektrode abhängen, weil dieser immer wechselt, sondern von anderen Verhältnissen, welche auch bei der einfachen mechanischen Reizung wirksam sein müssen, wenn die Annahme einer Deplacirung des Inhaltes innerhalb der Muskelschläuche eine allgemeine Giltigkeit haben soll.

Behalten wir die Hypothese für die Erklärung der einfachen Zuckungsform bei verschiedenen Temperaturen bei, so würden wir sagen: in der Kälte bietet die zu bewegende Masse einen grossen Widerstand und wird bei grosser Trägheit ihrer Bewegung, welche sie in Folge des ersten Stosses erlangt, nur sehr langsam im Schlauch fortgeschoben, so dass z. B. bei + 4° C. nur eine sehr langgestreckte Schlauchwelle zu Stande kommt, welche hinter der bewegten Masse entsteht. Die Curve gibt dann nur das Bild von dem langsamen Hin- und Herwandern des Inhalts. In den mittleren Temperaturen entwickeln sich die Schlauchwellen wegen der grösseren Beweglichkeit immer mehr, ihre Excursionen werden bis zum 28ten Grad hin immer ausgiebiger, weil die Wandung zugleich immer schlaffer wird. Gegen den 30ten Grad hin und darüber hinaus nimmt die Elasticität der Wandung rasch zu, ihre Span-

nung vergrössert sich und die Schwingung muss desshalb kürzer und niedriger werden. Diess hängt wieder mit den chemischen Veränderungen im Muskelsaft zusammen, welche der Entwicklung der Wärmestarre vorausgehen, wovon ich anderwärts ausführlich gehandelt habe.

Erklärung der Abbildungen.

I. Maschinen-Tafel.

Fig. 1. Aufriss des Atwood'schen Myographion von der Seite.

Fig. 2. Dasselbe von hinten. $\frac{1}{6}$ der wirklichen Grösse.

Fig. 3. Grundriss des Schienenrahmen R, und des Rollenrahmen E mit einem Stück der Glastafel in der Mitte ihrer Länge; wirkliche Grösse.

Fig. 4. Die untere Auslösung des Rollenrahmen: A von der Seite, B von hinten.

Fig. 5. Der Mechanismus der Stromunterbrechung beim Auffallen der Uebergewichtshülse: A von oben, B von hinten.

Fig. 6. Die Auslösung für die Stromunterbrechung in Fig. 5 A in der Nische N sichtbar; wirkliche Grösse.

Fig. 7. Der Pinsel tragende Schreibhebel.

Fig. 8. Die Aufstellung der Apparate beim Reizversuch, von oben gesehen.

Fig. 9. Die Bewegung des Zeichenhebels durch den sich verkürzenden Muskel.

Fig. 10. Durchschnitt der Muskelhülse und ihres Calorimeterraumes A. Befestigungsweise der Muskelsehne an der Stahlstange B.

Fig. 11. Der Schlitten zur Verschiebung der Muskelhülse.

Fig. 12. Der Ammenpinsel in natürlicher Grösse.

II. Curven-Tafel.

Fig. 1 und 2. Curven des schwingenden Pendels zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Falles.

Fig. 3. Curven der kurzen Spiralfeder: 1 und 2 mit kleiner und gleicher Spannung und ungleich grosser Ueberspannung; 3 und 4 mit grosser und gleicher Spannung und ungleich grosser Ueberspannung.

Fig. 4. Gruppe von Curven durch Muskelzuckung bei starkem und gleichem Reiz, und Wechsel der Belastung.

Fig. 5. Gruppe von Curven durch Muskelzuckung bei gleicher und kleiner Belastung (10 Grammen) und Wechsel der Reizstärke.

Fig. 6. Einfache Zuckungscurven bei verschiedenen Temperaturen, Maximum de Reizes und kleiner gleichbleibender Belastung.

Fig. 7. Gruppe von Tetanuscurven bei gleichbleibender Arbeit des Hammerwerkes an der Inductionsvorrichtung, gleicher Belastung und variirter Temperatur.

Inhalt.



Fig. 4.

A

B

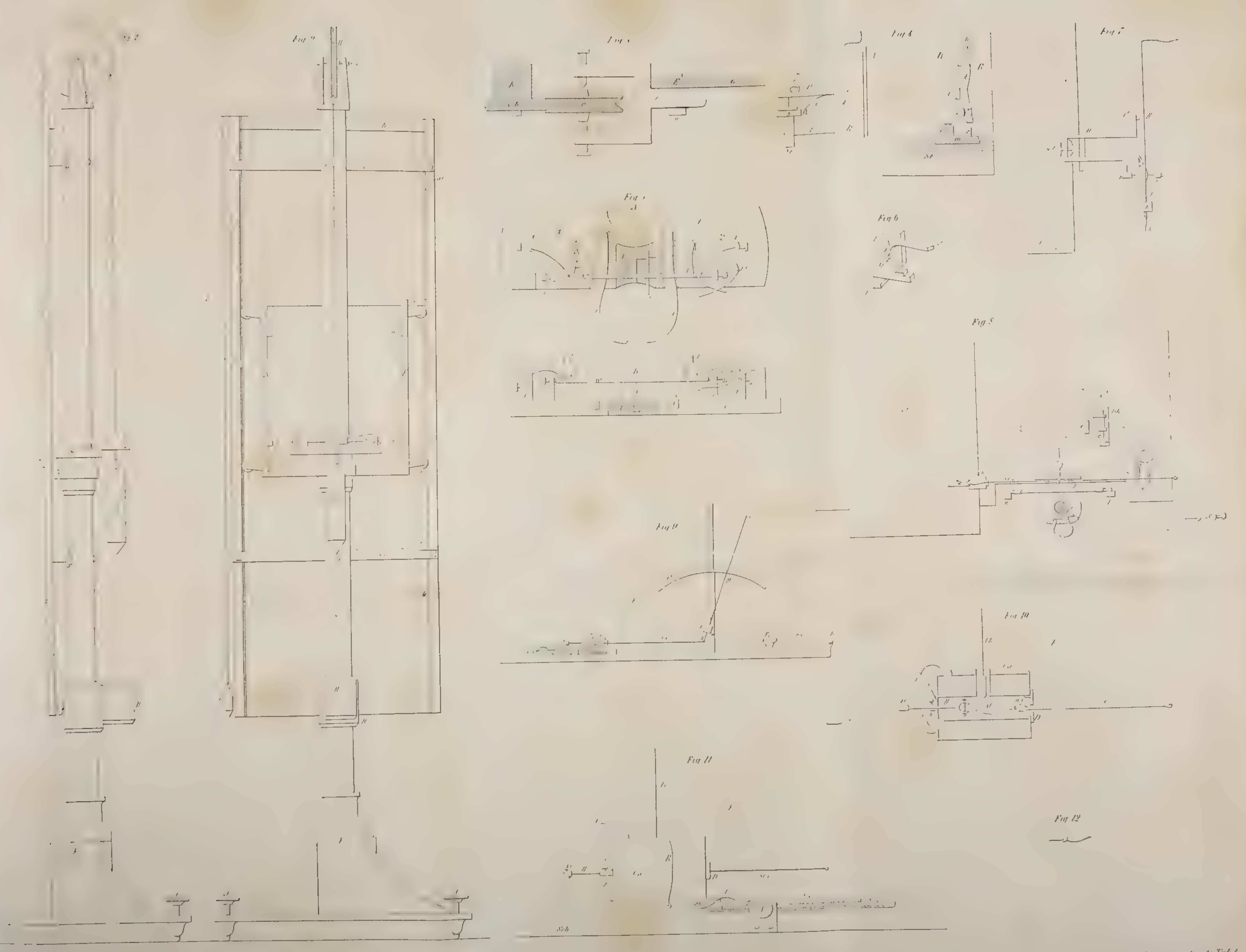
sch

s

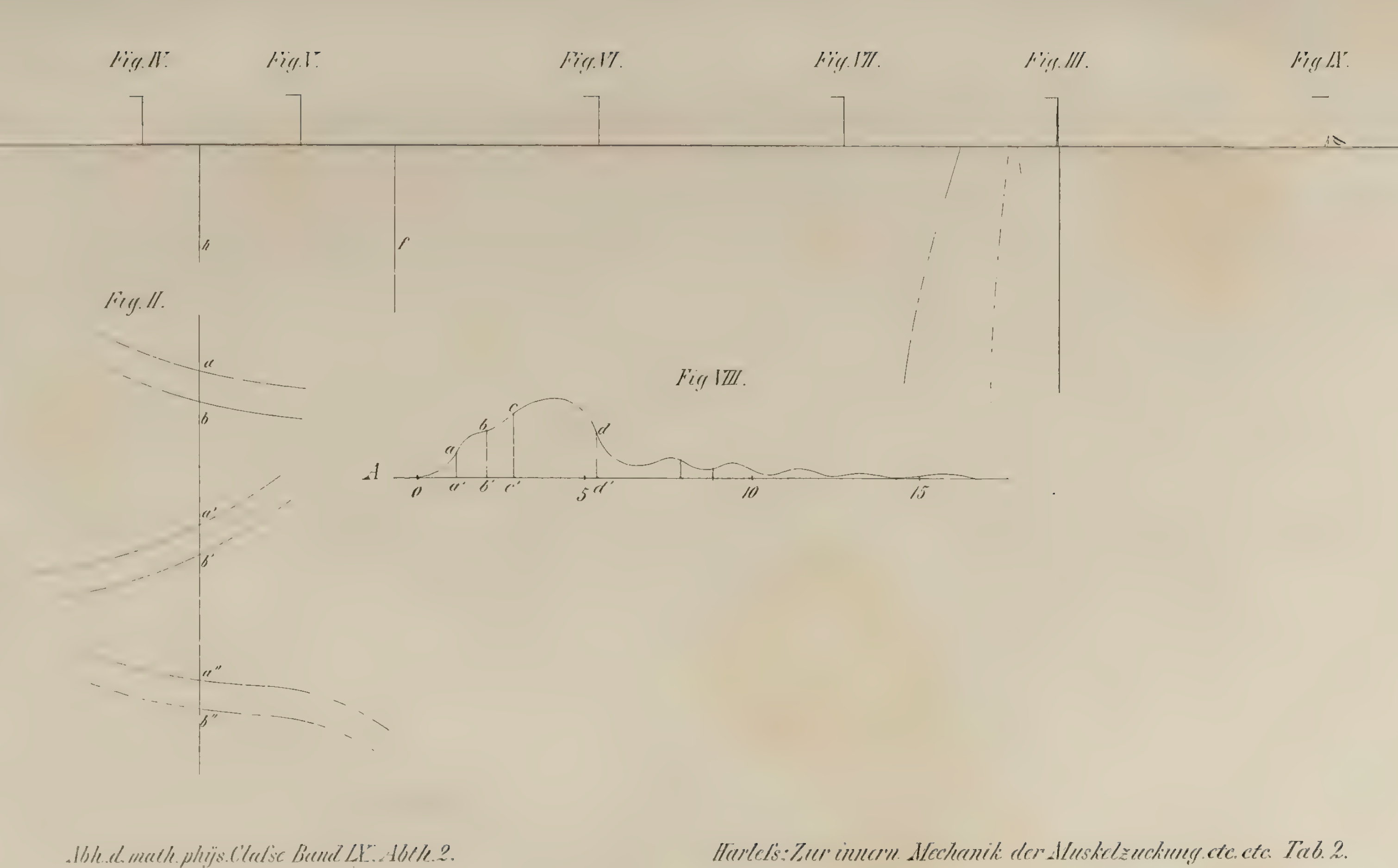
k

R

Fig. 7.



Harleß: Zur inneren Mechanik der Mu[illegible] etc Tab I


Fig. IV.
Fig. V.
Fig. VI.
Fig. VII.
Fig. III.
Fig. IX.
h
f
Fig. II.
a
b
a'
b'
a''
b''
Fig. VIII.
A
a
b
c
d
0
a'
b'
c'
5
d'
10
15



Zur innern Mechanik der Muskelzuckung etc etc Tab 2



Inhalt.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KOENIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER XXXIV. BAND.



MÜNCHEN.

AUF KOSTEN DER AKADEMIE.

1863.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMAT.-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

NEUNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

Inhalt.

Resultate

photometrischer Messungen

an

zweihundert und acht der vorzüglichsten Fixsterne.

Der math.-physik. Classe der k. Akademie vorgelegt am 13. Juli 1861

von

Ludwig Seidel.

Mit einer Steintafel.



Resultate photometrischer Messungen an zweihundert und acht der vorzüglichsten Fixsterne.

Der math.-phys. Classe der k. Akademie vorgelegt am 13. Juli 1861

von

Ludwig Seidel.

§. 1.

Seitdem ich vor zehn Jahren in meiner Arbeit „über die gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster Grösse und über die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre" der kgl. Akademie die Resultate vorgelegt habe, welche mit dem Steinheil'schen Objectiv-Photometer bis dahin am Fixsternhimmel erlangt worden waren, sind die Beobachtungen mit diesem Instrumente von Herrn Prof. *Leonhard* und mir wieder aufgenommen, und, wiewohl mit grossen Unterbrechungen, bis in die letzte Zeit fortgeführt worden. Am Anfang beschäftigten uns dabei vornehmlich die Messungen an den Planeten Venus, Mars, Jupiter, Saturn; die Beobachtungen der schon früher bestimmten Fixsterne erster Grösse wurden daneben hauptsächlich in der Absicht fortgesetzt, fortlaufende Controlen über die Uebereinstimmung der Beobachtungen unter sich, und

neue Beiträge für die Bestimmung der Extinction des Lichtes in verschiedenen Zenitdistanzen zu erhalten. In der ersten Hälfte des Jahres 1857 brachten wir die Planeten-Beobachtungen zu einem vorläufigen Abschlusse: die aus denselben gezogenen Resultate sind darnach in den Monumentis saecular. der zweiten Classe von mir publicirt worden. Seitdem entwarfen wir den Plan, alle nördlichen Sterne bis zur dritten Grösse herab systematisch zu beobachten: wir dehnten denselben etwas später auch auf die Sterne der Argelander'schen Zwischenclasse 3.4 aus, und haben auch noch den grösseren Theil derjenigen von Classe 4.3 beigefügt (auch einzelne schwächere), während wir auch von südlichen Sternen vorzugsweise die helleren, soweit Zeit und Umstände es erlaubten, mit in den Kreis der Messungen zogen. Im Laufe des Jahres 1860 ist die Arbeit (die seit der Anstellung meines Freundes an dem k. Gymnasium in Hof, oder seit Oktober 1858, von mir allein fortgeführt wurde) in dem beabsichtigten Umfang zum Abschluss gekommen: wie ich sie jetzt vorlege, umfasst sie 208 Sterne, und beruht (ungerechnet die früher bekannt gemachten Messungen) auf 531 vollständigen Beobachtungen oder auf etwas mehr als 6200 Einstellungen am Instrumente.

Während wir hiernach unsere Messungen, relativ gegen die früher veröffentlichten, auf ein viel weiteres Feld ausdehnten, sind wir indessen immer der Meinung geblieben, dass mehrfach controlirte Bestimmungen, an verhältnissmässig wenigen Objecten ausgeführt, viel mehr Werth haben, als ungeprüfte an sehr zahlreichen Sternen. Es würde, wie wir glauben, sehr wenig damit gedient sein, wenn man aus vielen Beobachtungen, an eben so vielen ungefähr gleich hellen Sternen ausgeführt, nur eine mittlere Helligkeit der betreffenden Grössenclasse (und diese vielleicht mit ziemlicher Sicherheit) herleiten wollte: das Ziel muss vielmehr sein, die *individuellen* für die einzelnen Sterne giltigen Werthe innerhalb möglichst enger Schranken festzustellen, um darauf einen Katalog der Helligkeiten zu gründen, der zur Vergleichung mit späteren Bestimmungen dienen kann. Um an unserem Theile für diesen Zweck

etwas zu leisten, haben wir unter der ganzen Zahl der von uns beobachteten Sterne eine kleinere, etwa den dritten Theil oder genauer 72 Sterne umfassend, ausgewählt, die, ungefähr gleichmässig am Himmel vertheilt, von uns zu Kreuzungspunkten eines grossen Netzes von Beobachtungen gemacht wurden. Indem wir zwischen ihnen möglichst vielfache Verbindungen durch directe Vergleichungen je zweier herstellten, ergab sich eine grosse Menge von Controlen, da der Uebergang von einem Sterne des Netzes zu einem andern indirect auf sehr vielen verschiedenen Wegen hergestellt werden kann. Es ist klar, dass es viel besser ist, einen neu zu bestimmenden Stern mehrmals mit verschiedenen schon vorher unter sich direct oder indirect verglichenen Sternen zu vergleichen, als eine gleich grosse Anzahl von Beobachtungen auf seine wiederholte Vergleichung mit ein und demselben anderen zu verwenden, — denn die erstere Methode wird vor einer Menge von constanten Fehlern schützen, welche bei der zweiten sich weder verrathen, noch eliminirt werden: auch wird nur die Untersuchung der Prüfungen, welche auf *jenem* Wege erhalten werden, zu einem Schlusse auf die wahrscheinliche Grösse des Fehlers einer einmaligen Beobachtung berechtigen. Wir haben daher jeden neu dem Netze angefügten Stern mit möglichst vielen verschiedenen vorher bestimmten verglichen, dabei auch, zur Vermeidung constanter Fehler einer andern Art, zwischen weit von einander abstehenden unmittelbare Verbindungen herzustellen gesucht: wiederholte directe Vergleichungen desselben Paares wurden indessen daneben namentlich zwischen Sternen erster Grösse (die nebst einigen schwächeren unsere eigentlichen Fundamental-Sterne abgaben) ebenfalls vorgenommen, und zwar ganz besonders im Interesse der Prüfung der in meiner ersten Abhandlung aufgestellten Tafel für die Extinctionen.

Weil überhaupt das Ergebniss jeder photometrischen Messung am Himmel von der Extinction des Lichtes abhängig ist, so liefert auch jede Vergleichung zwischen Sternen ungleicher Höhe, deren Helligkeitsverhältniss nicht durch sie allein bestimmt wird, einen Beitrag für die Bestimmung der Ex-

tinction. Wir erhielten also einen solchen durch jede zwischen zwei Sternen unseres Netzes gemachte Messung, und obgleich diese Beiträge für den hier angedeuteten Zweck natürlich nicht alle gleichen Werth haben, so erschien es doch angemessen, sie alle in die Wagschale zu legen. Die neue Untersuchung über die Extinction war hiernach auf ein sehr ausgedehntes Material zu gründen: denn von den 531 neuen Beobachtungen sind 390 auf Verbindungen zwischen den 72 Sternen des Netzes allein verwandt: dazu sind noch 98 in der älteren Abhandlung aufgeführte Messungen an Sternen erster Grösse und dem Polarstern zu zählen, und endlich hielt ich für passend, auch die Planetenbeobachtungen, welche ich 1859 veröffentlicht habe, hier mit beizuziehen, weil ihre Uebereinstimmung unter sich (nach der Reduction mit Hilfe der Lambert'schen Theorie) eben so gut als bei den Fixsternen befunden worden war, und weil gerade bei ihnen zum Theil grosse Zenitdistanzen vorkommen. Ich legte hiernach der im Sommer 1860 neu angestellten Untersuchung der Extinction im Ganzen 500 Beobachtungen, oder 1000 Sternörter (Zenitdistanzen) zu Grunde, während ich für die Bestimmung der wahrscheinlichsten Helligkeitswerthe von 72 unter sich verflochtenen Sternen 489 Beobachtungen vorliegen hatte. Das Verfahren, welches ich in der 1852 veröffentlichten Abhandlung zur Verbesserung der Extinctionstafel anwendete, würde bei dem gerade 8 mal grösseren Materiale, auf welches die neue Untersuchung sich gründet, ohne eine weitere Ausbildung zu keiner Uebersicht des Ergebnisses geführt haben, und eben so wäre durch die Ableitung und Auflösung von 72 Normalgleichungen für eben so viele Unbekannte nach dem gewöhnlichen Rechnungsgange der Methode der kleinsten Quadrate die Geduld auf eine sehr harte Probe gestellt worden: ich lege daher einigen Werth darauf, in der vorliegenden Arbeit Methoden niedergelegt zu haben, die selbst für ein noch viel ausgedehnteres Material bequem anwendbar bleiben, und zu den strengen Werthen führen, welche allen Daten so gut als möglich angepasst sind.

Das Instrument, mit welchem wir beobachtet haben, die bei den Messungen angewandte Methode, und das Verfahren, durch welches aus den unmittelbaren Ablesungen die noch uncorrigirten Resultate abgeleitet werden, dürfen im Nachfolgenden als hinlänglich bekannt vorausgesetzt werden, nachdem das erstere (und zwar dasselbe Exemplar, welches uns gedient hat) in der Preisschrift des Erfinders [1] genau beschrieben und abgebildet, das Uebrige aber in meinen beiden älteren Abhandlungen (die ich der Kürze wegen in der Folge bloss als I und II erwähnen werde [2]) wiederholt zur Sprache gekommen ist. Zur Orientirung sei nur erwähnt, dass das Objectiv des Fernrohres, mit welchem die Messungen gemacht sind, 157.95 pariser Linien Brennweite hat, und dass die freie Oeffnung jeder seiner beiden Hälften ein rechtwinkliges Dreieck bildet, dessen Hypotenuse, wenn das davor aufgestellte Diaphragma (der „Quadratschuber") möglichst weit geöffnet ist, 9,66 Linien misst. Die grösste Verschiebung längs der Rohraxe, welche jeder Objectivhälfte gegeben werden kann, beträgt 46,6 Linien nach jeder Seite, d. h. jede Hälfte kann aus derjenigen Stellung, in welcher sie dem am Ocular liegenden Auge den Stern als Punkt zeigt, um so viel gegen das Ocular angenähert und um eben so viel von demselben entfernt werden. — Endlich ist zu bemerken, dass, so lange zwei Beobachter sich an den Messungen betheiligten, die Einstellungen abwechselnd gemacht wurden, und gewöhnlich jeder die Ablesung und Aufzeichnung der von ihm

---

1) „Elemente der Helligkeits-Messungen am Sternhimmel". Von C. A. Steinheil. München 1836. (Denkschriften der k. b. Akademie d. W., Cl. II. Siehe besonders die Beilage II dieser Schrift.

2) I. „Untersuchungen über die gegenseitigen Helligkeiten der Fixsterne erster Grösse etc." München 1852. (Denkschriften der Akademie, II. Cl., Bd. VI., Abth. III.) S. besonders die §§. 1 und 2. — II. „Untersuchungen über die Lichtstärke der Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn etc." München 1859. (Monumm. Saecularia der Akademie, II. Cl.) Vgl. dort §. 3.

gemachten besorgt hat, so dass, während der Eine beschäftigt war, der Andere das Auge im Dunkel ruhen liess. Acht Einstellungen, nämlich vier bei verlängertem und eben so viele bei verkürztem Rohre („unter" und respective „über dem Bilde") wurden in der Regel zum Zwecke einer vollständigen Beobachtung gemacht: weniger nur in sehr seltenen Fällen, mehr aber dann, wenn die einzelnen schlechter als gewöhnlich harmonirten. Einige Bemerkungen in Bezug auf verschiedene Erfahrungen, zu welchen uns die Messungen Gelegenheit gaben, wird man gegen den Schluss dieser Abhandlung finden.

§. 2.

Die Resultate der einzelnen Beobachtungen werden am passendsten in solcher Gestalt gegeben, dass man die *Logarithmen* der Helligkeitsverhältnisse der beobachteten Sternpaare ansetzt. Diese Form ist nicht allein die bequemste, eben so sehr für die Anbringung der nothwendigen Reductionen, wie für die Beurtheilung der Harmonie, die sich ergibt, wenn man von einem Sterne zu demselben andern direct oder durch verschiedene Zwischensterne den Uebergang in den Messungen macht, — sondern ihre Wahl wird auch dadurch motivirt, dass man jedenfalls mit Annäherung an die Wahrheit annehmen kann, die verschiedenen für verschiedene Sternpaare abgeleiteten Logarithmen der Helligkeitsverhältnisse seien gleichen wahrscheinlichen Fehlern unterworfen, — während die analoge Annahme, für die *Zahlen* selbst gemacht, geradezu absurd sein würde, indem sie voraussetzen würde, dass man eben so leicht den Fehler begehen könnte, zwei Sterne, deren einer doppelt so hell als der andere ist, gleich hell zu finden, als den anderen Fehler, das Verhältniss zweier Helligkeiten $= 11 : 1$ zu finden, wenn es in Wahrheit $12 : 1$ ist. Auch kann man noch geltend machen, dass die Unterschiede der Grössenklassen, in welche man nach altem Gebrauche die Sterne einreiht, annähernd den Differenzen der Logarithmen ihrer Helligkeiten proportional sind (wie meines Wissens zum erstenmal Steinheil in seiner

mehrfach citirten Preisschrift gezeigt hat), so dass also zwischen der populären Sprechweise und dem Ausdrucke des Messungsresultates eine bequemere Verbindung sich ergibt, wenn das letztere in logarithmischer Gestalt vorliegt, als wenn das Verhältniss selbst angegeben wäre. Es scheint desshalb angemessen, für die Grösse, mit welcher man beständig zu thun hat, nämlich für den Logarithmus des Verhältnisses der Helligkeiten zweier Sterne, einen etwas kürzeren Namen einzuführen: ich schlage vor, ihn einfach den *Helligkeits-Unterschied* der beiden Sterne zu nennen, und werde mich dieses Ausdrucks im Folgenden bedienen.

Der Zahlenwerth, welchen man für die eben besprochene Grösse aus einer Vergleichung zweier Sterne vermittelst des Steinheil'schen Objectiv-Photometers direct erhält (indem man von dem doppelten Logarithmus der Verschiebung der einen Objectivhälfte den doppelten Logarithmus der Verschiebung der anderen abzieht: s. das Rechnungsbeispiel in Abhandl. II §. 3) bedarf der Berichtigung, weil nicht beide Sterne durch Medien von gleicher Durchsichtigkeit gesehen werden. Die Rolle, welche die Atmosphäre hiebei spielt, indem sie das Licht des tiefer stehenden Sternes in stärkerem Verhältniss absorbirt, als das des höheren, bildet selber einen Hauptgegenstand der Untersuchung, und wird nachher zur Erörterung kommen. Viel einfacherer Natur ist die Correction, welche an den erhaltenen Zahlen darum angebracht werden muss, weil der eine Stern durch andere Gläser (Prisma und Objectivhälfte — nur das Ocular ist gemeinschaftlich) gesehen wird, als der andere. Der Einfluss dieses Unterschiedes wird bekannt und kann eliminirt werden, entweder dadurch, dass man die Gläser zwischen den Sternen umwechselt, oder indem man einen Stern mit sich selbst vergleicht. Aus Gründen, welche in Abhandl. I §. 2 erörtert sind, haben wir bei weitem in den meisten Fällen das letztere Verfahren vorgezogen, und dabei in der neueren Zeit gewöhnlich die Beobachtungen eines Abends mit dieser Bestimmung begonnen. Dieselbe für jede Nacht besonders zu machen, ist nothwendig, weil das Durchsichtigkeitsverhältniss

der Gläser Veränderungen unterworfen ist, welche sich der Messung durchaus nicht entziehen. Sie rühren ohne Zweifel her von dem Grade der Reinheit der Oberflächen, welche aber, nach der Ansicht eines Optikers von vorzüglicher Sachkenntniss, eben so sehr alterirt wird durch eine langsam fortschreitende Zersetzung aussen am Glase, als durch zufällig sich ansetzende Theilchen. Von einem Beschlagen der Gläser mit Wasser ist meiner Erinnerung nach immer nur am Ocular (namentlich an sehr kalten Tagen, im Ganzen aber doch nur selten) etwas bemerkt worden: dasselbe verräth sich sogleich durch das ungleichmässige Ansehen, welches es den Lichtphantomen der Sterne gibt, und durch die Verdunkelung derselben, und muss durch häufiges Abwischen beseitigt werden. Den Staub haben wir von den Prismen und vom Ocular vor dem Anfange der jedesmaligen Beobachtungen mit einem weichen Pinsel fleissig entfernt: die Objectivhälften, welchen man zu ähnlichem Zwecke für gewöhnlich nicht wohl beikommen kann, sind durch ihre Stellung im Innern des Rohrs viel besser geschützt. In den meisten Fällen ergab sich, dass die Bestimmungen des Durchsichtigkeits-Verhältnisses der Gläser für einen längeren Zeitraum, etwa von einem Monat oder noch mehr, nahe genug zusammen trafen, um die Vereinigung zu einem Mittel zu gestatten: ein langsames Fortschreiten in den Zahlen ist aber dabei unverkennbar, und zwar findet bei unserem Instrumente ein Gang in der Weise statt, dass die beiden Gläsersysteme nahe gleich durchsichtig sind, wenn sie erst (nach Zerlegung des Instrumentes) frisch gereinigt worden sind, dass aber bald dasjenige System, welches wir A nennen, an Helligkeit etwas zurücktritt, und dass dieser Unterschied bis zu einer neuen vollständigen Reinigung allmählich zunimmt. Es kommen aber in diesem Gange Unregelmässigkeiten vor, von welchen wir keinen Grund angeben können: in einzelnen Fällen war sogar für eine kurze Zeit unzweifelhaft das Gläsersystem A das durchsichtigere. Wo eine so starke Abweichung sich ergab, musste natürlich der unmittelbar gefundene Zahlenwerth ohne Aenderung zur Reduction der Beobachtungen angewandt

werden: bei kleineren Unregelmässigkeiten habe ich gewöhnlich das arithmetische Mittel aus der betreffenden Bestimmung und aus der nächst vorhergehenden und nächst nachfolgenden, letztere beiden mit halbem Gewichte, benützt. Die Messungen des Durchsichtigkeits-Verhältnisses selbst bestehen gewöhnlich aus einer grösseren Anzahl einzelner Einstellungen, als die anderen Beobachtungen. Häufig sind sie, des ruhigen Lichtes wegen, an Planeten gemacht. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt für die einzelnen Beobachtungstage ihre unmittelbaren Resultate, und daneben die ausgeglichenen Werthe, welche ich bei der definitiven Reduction der Sternvergleichungen wirklich benützt habe; in der Ableitung der letztern findet natürlich einige Willkühr statt, jedoch nur innerhalb enger Schranken. So, wie die Zahlen angeschrieben sind, sind sie die Logarithmen des Verhältnisses, in welchem die Helligkeit eines durch das Gläsersystem A gesehenen Sternes steht zur Helligkeit desselben Sternes, gesehen durch die Gläser B [1]. Man muss also, um die verschiedene Durchsichtigkeit der Gläser zu eliminiren, die betreffende Zahl aus der folgenden Tabelle zum Logarithmus des direct gefundenen Helligkeitsverhältnisses zweier Sterne addiren, wenn derjenige Stern, dessen Lichtmenge im Nenner des Verhältnisses gedacht wird, in den Gläsern A stand, — hingegen subtrahiren im entgegengesetzten Falle [2].

---

1) Vorschrift für die Rechnung s. Abh. I §. 2. — Zahlenbeispiel dafür s. Abh. II §. 3.

2) Im Journale ist immer derjenige Stern, welcher durch die Gläser A beobachtet wurde, zuerst genannt.

Werthe für den Logarithmus des Durchsichtigkeits-Verhältnisses der beiden Gläsersysteme.

(Mit NB. sind diejenigen Bestimmungen bezeichnet, welche nicht durch Vergleichung eines * mit sich, sondern durch Umwechseln der Gläsersysteme zwischen zwei ⁑ erlangt worden sind.)

Direct beobachtet.			Ausgeglichen.		
1852.	Februar 25	9.9816			
	März 6	0.0298 : :			
	März 7	9.9858			
	März 8	9.9786			
	März 9	9.9826			
	März 12	9.9616			
	März 14	9.9794			
	März 18	9.9824			
	März 19	9.9698			
	März 20	9.9677	*1852.*	Februar 25 bis Mai 16 incl.	9.9762
	März 22	9.9807			
	März 27	9.9774			
	April 16	9.9900			
	April 17	9.9660 NB.			
	April 22	9.9690			
	April 23	9.9444			
	Mai 10	9.9809			
	Mai 15	9.9810			
	Mai 16 (a)	9.9850			
	Mai 16 (b)	9.9750 NB.			
	Mai 18	0.0104		Mai 18	0.0104
	Mai 21	0.0018		Mai 21 u. 23	0.0027
	Mai 23	0.0041			
	Juni 7	9.9388		Juni 7	9.9388
	August 17	9.9802		August 17	9.9802
	Oktober 14	9.9765		Oktober 14	9.9765
	Oktober 17	0.0082		Oktober 17	0.0082
	November 4	0.0202		November 4	0.0202
1855.	April 19	9.9546	*1855.*	April 19	9.9546

	Direct beobachtet.			*Ausgeglichen.*	
1855.	Juli 15	9.9656	*1855.*	Juli 15	9.9656
	August 1	9.9596		August 1	9.9596
1857.	Februar 15	9.8864	*1857.*	Februar 15 bis Februar 23 inclusive	9.8879
	Februar 16	9.8807			
	Februar 19	9.8870			
	Februar 20	9.8766			
	Februar 23	9.9006			
	Februar 26	9.8589		Februar 26 bis März 17	9.8656
	März 3	9.8730			
	März 17	9.8650			
	Instrument zerlegt.				
	April 20	9.9340		April 20 bis Mai 21	9.9554
	Mai 14	9.9816			
	Mai 15	9.9439			
	Mai 21	9.9620			
	Juni 17	9.9463		Juni 17 bis Juli 24	9.9622
	Juni 24	9.9581			
	Juni 25	9.9395			
	Juni 28	9.9843 NB.			
	Juli 14	9.9710			
	Juli 15	9.9610			
	Juli 20	9.9612			
	Juli 24	9.9760			
	Juli 25	9.9490		Juli 25	9.9506
	August 13	9.9805		August 13 bis August 30	9.9773
	August 23	9.9794 :			
	August 24	9.9690			
	August 25	9.9821			
	August 26	9.9813			
	August 27	9.9697			
	August 30	9.9788			
	September 17	9.9653		September 17 bis Oktober 18	9.9630
	September 20	9.9657			
	September 23	9.9667			
	September 24	9.9561			

Direct beobachtet.

Jahr	Datum	Wert
1857.	September 27	9.9582
	Oktober 18	9.9658
	Oktober 19	0.0046
	November 4	9.9815
	November 19	9.9779
	Dezember 17	9.9982 :
1858.	Januar 5	9.9549
	Februar 2	9.9561
	Februar 18	9.9712
	Februar 19	9.9522
	Februar 22	9.9474
	März 20	9.9502
	März 21	9.9686
	März 24	9.9646
	März 28	9.9630
	April 14	9.9652
	Mai 4	9.9633
	Mai 21	9.9712
	Juni 5	9.9573
	Juni 6	9.9685
	Juni 7	9.9712
	Juni 8	9.9678
	Juni 12	9.9737
	Juni 13	9.9758
	Juli 5	9.9585 :
	Juli 18	9.9767
	August 4	9.9703
	August 11	9.9756
	August 16	9.9712
	August 17	9.9585
	September 1	9.9527
	September 10	0.0065
	September 11	9.9868
	September 12	9.9799
	September 13	9.9642

Ausgeglichen.

Jahr	Zeitraum	Wert
1857.	September 17 bis Oktober 18	9.9630
	Oktober 19	0.0046
	November 4 bis Dezemb. 17	9.9834
1858.	Januar 5 bis Februar 22	9.9564
	März 20 bis März 28	9.9632
	April 14 bis Mai 4	9.9643
	Mai 21 bis Juni 13	9.9694
	Juli 5 bis Juli 18	9.9676
	August 4 bis August 16	9.9690
	August 17 bis Septemb. 1	9.9611
	September 10	0.0065
	September 11 bis Septemb. 29	9.9810

	Direct beobachtet.			*Ausgeglichen.*	
1858.	September 28	9.9781	*1858.*	September 11 bis Septemb. 29	9.9810
	September 29	9.9959			
	Oktober 3	9.9791		Oktober 3 bis Oktober 16	9.9750
	Oktober 4	9.9771			
	Oktober 7	9.9712			
	Oktober 11	9.9774			
	Oktober 14	9.9733			
	Oktober 16	9.9717			
	November 25	9.9894		November 25 bis Dezemb. 17	9.9804
	Dezember 17	9.9815			
1859.	Januar 9	9.9756	*1859.*	Januar 9	9.9772
	Januar 21	9.9788		Januar 21	9.9800
	Februar 4	9.9856		Februar 4 bis März 7	9.9842
	März 7	9.9829 NB.			
	März 10	9.9557		März 10	9.9612
	März 11	9.9732		März 11	9.9699
	März 18	9.9546		März 18	9.9606
	März 21	9.9830		März 21	9.9748
	April 4	9.9686		April 4 bis April 7	9.9651
	April 6	9.9642			
	April 7	9.9625 NB.			
	April 27	9.9545		April 27	9.9618
	Mai 12	9.9760		Mai 12	9.9666
	Mai 20	9.9599			
	Juni 6	9.9713		Juni 6	9.9684
	Juni 28	9.9653		Juni 28 bis Juli 13	9.9648
	Juli 1	9.9678		(Für Juli 6 jedoch angenommen	9.9678)
	Juli 2	9.9668			
	Juli 3	9.9598			
	Juli 6	9.9708			
	Juli 7	9.9595			
	Juli 13	9.9637			
	Juli 17	9.9618		Juli 17	9.9627
	Juli 31	9.9650		Juli 31 bis August 8	9.9698
	August 2	9.9688			

Direct beobachtet.				Ausgeglichen.		
1859.	August 3	9.9642	*1859.*	Juli 31 bis August 8	9.9698
	August 7	9.9743			
	August 8	9.9670			
	Oktober 30	9.9076 :		Oktober 30	9.9473
	November 3	9.9673		November 3	9.9673
	November 13	9.9834		November 13/14	9.9834
	November 21	0.0027		November 21	9.9929
	November 22	9.9826		November 22	9.9826
1860.	Januar 10	9.9794	*1860.*	Januar 10	9.9794
	Instrument zerlegt.				
	Februar 17	9.9596		Februar 17 bis März 11	9.9516
	März 1	9.9504			
	März 11	9.9449			
	Instrument zerlegt.				
	März 20	9.9814		März 20 bis Mai 4	9.9769
	April 16	9.9711			
	Mai 4	9.9782			
	Mai 6	9.9381		Mai 6	9.9578
	Mai 17	9.9769		Mai 17	9.9742
	Mai 18	0.0050		Mai 18	9.9897
	Mai 22	9.9719		Mai 22—25	9.9773
	Mai 25	9.9827			
	Juni 5	9.9901 NB.		Juni 5	9.9852
	Juni 9	9.9671			
	Juli 7	9.9579		Juli 7—9	9.9600
	Juli 8	9.9529			
	Juli 9	9.9693			
	Juli 15	9.9498		Juli 15	9.9552
	Juli 21	9.9521		Juli 21	9.9558
	August 8	9.9553		August 8	9.9553
	August 25	9.9786		August 25	9.9669
	September 12	9.9792		Sept. 12—14	9.9780
	September 13	9.9811			
	September 14	9.9737			

Direct beobachtet.			Ausgeglichen.	
1860.	September 23	9.9548		
	September 24	9.9622		
	Oktober 23	9.9437		
	November 2	9.9710	*1860.* September 23 bis Novemb. 15	9.9666
	November 4	9.9781 NB.		
	November 5	9.9632		
	November 10	9.9789		
	November 15	9.9809		

§. 3.

Die direct aus den einzelnen Messungen erlangten Helligkeitsunterschiede, berichtigt durch Anbringung der vorstehend gegebenen Logarithmen des Durchsichtigkeitsverhältnisses der beiden Gläsersysteme, bilden nunmehr das Material für die weitere Bearbeitung, durch welche diese Zahlen noch von dem Einflusse der Absorption des Lichtes durch die Atmosphäre befreit und alsdann in ihre wahrscheinlichsten Hauptresultate zusammengezogen werden müssen. Ich gebe daher zunächst in dem nachfolgenden Tableau ihre Zusammenstellung: dieselbe ist ganz analog angeordnet derjenigen, welche man in der öfter citirten „Abhandlung I" §. 3 findet, mit dem Unterschiede, dass im Folgenden, ebenso wie im Journale selbst, die Regel eingehalten ist, immer von den beiden verglichenen Sternen denjenigen zuerst zu nennen, welcher in den Gläsern A stand, während in der älteren Tabelle in diesem Punkte Willkühr stattfand. Man findet also immer in einer Zeile Das, was sich auf eine Beobachtung bezieht, und es ist dabei, abgesehen von den beiden ersten Columnen (Beobachtungsnummer und Datum enthaltend) Alles symmetrisch in Bezug auf die zwei verglichenen Sterne angeordnet. In der Mitte steht der aus der Beobachtung abgeleitete und wegen der Gläser berichtigte Helligkeitsunterschied zweimal angesetzt, in zwei Zahlen, von welchen die Eine die dekadische

Ergänzung der andern ist, und deren erste den Logarithmus darstellt des Bruches, in dessen Zähler die Helligkeit des zuerst genannten, und in dessen Nenner die des zweiten Sternes gedacht wird, während die zweite Zahl den Logarithmus des umgekehrten Bruches gibt[1]. Ferner findet man neben dem Namen eines jeden der verglichenen Sterne in der nächsten Columne nach aussen seine für die Zeit der Mitte der Beobachtung berechnete Zenitdistanz: in der Columne nach innen die zu dieser Zenitdistanz nach der älteren Untersuchung in Abhandl. I gehörige Extinctionsgrösse φz. Bei den späteren Beobachtungen war es Regel, die Zeit viermal zu notiren, nämlich zu der ersten, zu der letzten, und zu den beiden mittelsten Einstellungen des Instruments: als eigentliche Beobachtungszeit wurde dann das arithmetische Mittel der vier Aufschreibungen angewendet[2]; bei denjenigen unter den früheren Observationen, für welche die Notirungen der Zeit nicht symmetrisch gegen die Mitte der Beobachtung vertheilt waren, wurde eine kleine Interpolation zu Hilfe genommen. Was die Grössen φz betrifft, so stellt jede von ihnen annäherungsweise die Correction dar, welche man zu dem (Briggischen) Logarithmus der Helligkeit eines in der Zenitdistanz z gesehenen Sternes addiren muss, um den Logarithmus der Helligkeit zu erhalten, mit welcher derselbe Stern im Zenit erscheinen würde: aus dem beobachteten Helligkeitsunterschiede zweier Sterne erhält man daher (so weit die Veränderlichkeit der atmosphärischen Umstände es erlaubt) den wahren, von Extinction des Lichtes befreiten, indem man zu jenem die Differenz der beiden betreffenden Werthe von φz hinzulegt, und zwar muss man, nach der Anordnung unseres Tableau's, immer denjenigen der beiden Werthe von φz addiren, welcher unmittelbar neben dem angewandten Werthe des beobachteten Helligkeitsunterschiedes steht,

---

1) Ein im einzelnen durchgeführtes Zahlenbeispiel von der Herleitung jener Logarithmen aus den unmittelbaren Aufschreibungen enthält die Abhandl. II in §. 3

2) Natürlich berichtigt nach dem Stande der Uhr.

den andern aber (welcher neben der dekadischen Ergänzung steht) muss man subtrahiren. Die genauere Untersuchung der Abhängigkeit der Grösse φz von z, für mittlere Durchsichtigkeit der Luft am hiesigen Orte und in für die Beobachtung tauglichen Nächten, ist (wie schon Eingangs erwähnt) selber ein Gegenstand der vorliegenden Arbeit: der Gang derselben gestattete aber nur durch successive Annäherung die endlichen Resultate zu eruiren, und desshalb erschien es passend, in Bezug auf die Extinction des Lichtes von den Zahlenwerthen auszugehen, welche für unseren Beobachtungsort schon früher erlangt und in der Tabelle p. 43 der Abh. I niedergelegt worden sind.

Ich habe für angemessen gehalten, ebenso wie es in den Abhandll. I und II geschehen ist, in Bezug auf die Gewichte der verschiedenen Beobachtungen im Allgemeinen nur die Gradation von 1 und 2 anzunehmen. Diejenigen Resultate, welche relativ gegen die übrigen halbes Gewicht bekommen haben, findet man in der Zusammenstellung mit : bezeichnet. Dabei waren dieselben Principien maassgebend, welche in der Abhandlung II §. 4 aufgestellt sind, nämlich das Gewicht nur dann auf $\frac{1}{2}$ zu setzen, wenn entweder eine Zenitdistanz den Werth $70^0,7$ (φz den Werth 0,200) erreichte, oder wenn die Beobachtung sogleich im Journal als besonders unsicher oder verdächtig angemerkt war. Dem letzteren Falle analog ist derjenige zu achten, bei welchem ein Stern verglichen ist mit einem andern, welcher entweder notorisch oder nach einer starken aus den Messungen selbst hervorgehenden Wahrscheinlichkeit variabel ist; wo dergleichen vorkam, habe ich zwar zur Ableitung eines Mittelwerthes für die Helligkeit des veränderlichen Sterns seine verschiedenen Beobachtungen vereinigt, für die Bestimmung der Vergleichungssterne aber denselben Beobachtungen entweder nur halbes Gewicht gegeben, oder auch sie hier ganz ausgeschlossen, wenn die Abweichung entschieden hervortrat[1]. In ein paar Fällen, wo die Verglei-

---

1) Wegen veränderlicher Sterne s. später besonders. (§. 14.) Uebrigens

chung eines Sternes mit einem für veränderlich gehaltenen oder mit einem sehr ungünstig stehenden zweiten (wie z. B. mit α Piscis austrini) noch durch zufällige im Journal sogleich bemerkte Umstände besonders unzuverlässig geworden war, habe ich ihr für die Bestimmung des ersten Sterns das Gewicht $\frac{1}{4}$ beigelegt. — Uebrigens hat sich gezeigt, dass auch bei minder guten Umständen die Messungen doch sehr wohl gelingen können: z. B. habe ich es nicht nöthig gefunden, das Gewicht einer Beobachtung auf $\frac{1}{2}$ zu setzen, wenn nur einfach bemerkt steht, dass das Licht des einen Sternes, oder auch beider, unruhig war: nur bei ungewöhnlich starkem Flammen werden die Beobachtungen entschieden schlechter. — Was endlich diejenigen Vergleichungen angeht, in welchen Zenitdistanzen von mehr als 80° vorkommen, so sind sie nur gemacht zur Untersuchung der Extinction in den tiefen Gegenden des Himmels: bei der Ableitung der Helligkeitsverhältnisse der Sterne sind sie nicht zugezogen worden.

In ein paar im Journale besonders bezeichneten Fällen hat sich nachträglich ergeben, dass der Stern, welchen wir in dem Gläsersysteme B hatten, ein anderer war, als der, welchen wir zu beobachten beabsichtigten. Die Einrichtung des Instrumentes ist nämlich so, dass zuerst mittelst eines Suchers der hiefür gewählte Stern in die Gläser A gebracht wird: man dreht alsdann das Instrument um eine auf diesen Stern gerichtete Axe, bis zu derjenigen Stellung, in welcher das Licht des zweiten Sternes durch das Prisma B, welches auf die vorher berechnete sphärische Distanz der beiden Sterne an einem kleinen Kreise eingestellt ist, mit in das gemeinschaftliche Gesichtsfeld geworfen wird. Bei dieser Drehung durchläuft der Punkt am Himmel, welchen B in der Mitte des Feldes zeigt, einen kleinen Kreis um den in A gesehenen Stern:

---

wird man den Einfluss der einzelnen Beobachtungen auf die Bestimmung der Helligkeitswerthe für die Sterne des Netzes am besten aus ihrer nachher zu gebenden nach diesen Sternen geordneten Zusammenstellung erkennen.

bei der richtigen Stellung wird also der auf der Peripherie dieses Kreises stehende Vergleichungsstern erscheinen. Nun kommt aber bei Sternen zwischen der 2. und 4. Grösse nicht so selten, als ich im Voraus erwartet hätte, der Fall vor, dass sehr nahe auf die Peripherie desselben Kreises auch noch ein anderer Stern von ähnlicher Helligkeit steht, und es ist dann eine Verwechslung möglich, wenn man nicht genug auf der Hut ist. Solchen Fällen könnte sehr leicht ganz vorgebeugt werden durch Anbringung entweder eines zweiten kleinen Suchers oder einer Art von Positionskreis am Photometer: die Construction desselben würde jedes der beiden Hilfsmittel leicht zulassen, aber die Unbequemlichkeit unseres Lokales, welches keine ständige Aufstellung des Instrumentes gestattet, und nur in seltenen Ausnahmsfällen ein Visiren am Prisma B erlauben würde, hat uns genöthigt, auf beide zu verzichten. So sind denn ein paarmal Irrungen der angezeigten Art vorgekommen, die sich gewöhnlich bei der Berechnung verrathen haben: durch die Aufsuchung der Sterne von einigermassen ähnlicher Helligkeit und zutreffender Stellung auf der Karte, durch die Berechnung ihrer Distanzen von dem in A beobachteten Sterne[1], und nöthigenfalls durch Wiederholung der Beobachtung und nähere Untersuchung der umgebenden Constellation wurde dann die Identität des Vergleichungs-Sternes nachträglich festgestellt, und hiernach die Correction vorgenommen. Die wenigen wirklich auffallenden Abweichungen, welche in einzelnen Messungsresultaten Anfangs scheinbar auftraten, haben sich beinahe alle auf diese Art erklärt: es wäre möglich, dass in noch ein paar Fällen, wo ich bis jetzt einer Verwechslung nicht auf die Spur kommen konnte, eine solche ebenfalls zu Grunde läge.

Bei einem Blick auf die nachfolgende Zusammenstellung der Beobachtungen wird man vielleicht die Bemerkung machen, dass in solchen

---

1) Der Radius des Gesichtsfeldes unseres Instrumentes beträgt am Himmel 37'.43.

Fällen, wo dasselbe Paar von Sternen mehrmals nach kurzer Zwischenzeit zur Vergleichung gezogen ist, oft derselbe Stern beide Male durch die Gläser A beobachtet wurde, während der erlangte Helligkeitsunterschied von einer Unsicherheit in der Bestimmung des Durchsichtigkeits-Verhältnisses der Gläser weniger abhängig sein würde, wenn mit denselben getauscht worden wäre. Der Wechsel musste aber vermieden werden, wenn die Wiederholung der Beobachtung mehr in der Absicht gemacht war, einen Beitrag zur Untersuchung der Extinction des Lichtes in verschiedenen Zenitdistanzen zu erhalten, als die Vergleichung der beiden Sterne sicherer zu machen. Oefter, als dieser Grund bestimmend war, kam der Fall vor, dass wir in der Einen Position des Rohres nicht hätten beobachten können wegen der unbequemen oder selbst gefährlichen Stellung, in welche sie uns am Fenster gebracht haben würde. Der Photometer sollte eigentlich so aufgestellt sein, dass man von jeder Seite hinzukommen könnte: man wird jedoch die Mängel, welche von unserem Lokale herrühren, nicht dem Instrumente zur Last legen.

Unter den störenden Umständen findet man öfters den Unterschied im Ansehen der beiden Sternphantome aufgeführt. Insoweit derselbe vom Unterschiede in den Farben der Sterne herrührt, so steht es wohl hinlänglich fest, dass z. B. von einer für die verschiedenen Augen gleichzeitig giltigen Einreihung der stark rothen Sterne in die Helligkeitsscala der andern nicht die Rede sein kann, so dass in dieser Beziehung Jeder nur seine eigenen Resultate vorlegen wird in der Erwartung, dass etwa doch die von ihm für die rothen Sterne *unter sich* gefundenen Helligkeitsunterschiede einen objectiven Werth haben mögen. Wir beide haben auch bei Vergleichung von röthlichen Sternen mit weissen sehr übereinstimmend gemessen; wir setzen aber die ersteren überhaupt tiefer als andere Beobachter, z. B. Herschel oder Pogson[1] thun. — Aber auch bei Sternen von sehr gleicher Farbe ist

1) Der letztere gibt in den A. N. an, dass für ihn α Orionis entschieden

zuweilen ein Unterschied in dem Ansehen der Lichtphantome hervorgetreten, manchmal sogar bei Vergleichung eines Sternes mit sich selbst. Die nächstliegende Annahme, dass derselbe von der Verschiedenheit der Gläser (Prismen) A und B herrühre, zeigt sich nicht ausreichend zur Erklärung, weil die Differenz nicht constant in demselben Sinne liegt: es ist mir sogar mehrmals die sonderbare Erscheinung aufgefallen, dass bei dem Uebergang von der Beobachtung über dem Bild zu derjenigen darunter die Nüancen zu wechseln schienen, welche Erscheinung man etwa erklären könnte durch die Annahme einer verschiedenen Empfänglichkeit der verschiedenen Theile der Retina für die einzelnen Farben, oder auch wohl durch die Annahme einer verschiedenen Durchsichtigkeit verschiedener Partien in den Medien des Auges für dieselben. Uebrigens habe ich diess Phänomen zu wenig studirt, um eine bestimmte Meinung darüber zu haben, die auch nicht ganz leicht zu bilden sein wird, theils weil die Unterschiede, von welchen hier die Sprache ist, nur schwach prononcirt sind, und theils weil es oft schwer wird, die Wahrnehmungen über dieselben durch passende Ausdrücke zu bezeichnen und festzuhalten.

In Betreff der übrigen Bemerkungen, welche zu den einzelnen Beobachtungen unten beigesetzt sind, und die sich (wie z. B. der Ausdruck „etwas verdächtig“ und ähnliche) meist auf den Zustand des Himmels beziehen, enthält das Journal genauere Angaben. Da dasselbe seines Umfanges wegen der vorliegenden Abhandlung nicht beigefügt werden kann, so werde ich, für den Fall, dass es nicht später noch zum Abdruck käme, Vorsorge treffen, die von mir gemachte handschriftliche Copie auf der kgl. Bibliothek zu hinterlegen.

---

heller sei, als β, während für unsere Augen Rigel ungefähr um den ganzen Unterschied, welcher einer Grössenclasse entspricht, heller ist als Beteigeuze.

Tableau der Vergleichungen von Fixsternen unter sich, 1852—1860.

NB. Die Beobachtungen, welche hier in der fortlaufenden Reihe übergangen sind, beziehen sich auf Planeten, Kometen oder den Mond. — Das Häckchen (⌒), welches man zuweilen der letzten Ziffer einer Zahl beigefügt findet, bedeutet, dass in der nächstfolgenden Decimale eine der Ziffern 4, 5 oder 6 folgen würde.

Nr.	Datum	z	Name d. Sternes.	φ z	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φ z	Name d. Sternes.	z
112	1852 März 7	65° 10′	Sirius	0,142	0,5839	9,4161	0,003	Capella	22° 1′
114	„ „ 7	65 2	Wega	0,140	0.1641	9,8359	0,154	Capella	66 26
119	„ „ 8	62 55	Rigel	0,120	9,9370	0,0630	0,003	Capella	21 39
120	„ „ 8	47 2	Beteigeuze	0,034	9,6478	0,3522	0.005	Capella	25 48
122	„ „ 9	64 40	Sirius	0,137	0,6015	9,3985	0,001	Capella	14 52
124	„ „ 9	42 33	Procyon	0,022	9,9039 :	0,0961 :	0,004	Capella	24 16
126	„ „ 12	42 36	Procyon	0,022	9,9176 :	0,0824 :	0,004	Capella	23 0
128	„ „ 14	42 33	Procyon	0,022	9,9025	0,0975	0,005	Capella	25 5
129	„ „ 14	67 38	Rigel	0,166	9,9503	0,0497	0,007	Capella	28 48
133	„ „ 18	65 56⌒	Sirius	0,149	0,5333	9,4667	0,005	Capella	25 32
134	„ „ 18	67 53	Rigel	0,169	9,9066	0,0934	0,007	Capella	29 8
135	„ „ 18	43 34	Procyon	0,025	9,9140	0,0860	0.009	Capella	31 57
137	„ „ 18	37 24	Regulus	0,014	9,6113	0,3887	0,017	Capella	39 33
139	„ „ 19	47 18	Beteigeuze	0,035	0,0924	9,9076	0,047	Aldebaran	50 36
140	„ „ 19	50 18	Beteigeuze	0,046	9,6154	0,3846	0,007	Capella	30 28
145	„ „ 20	71 41	Sirius	0,214	0,5287 :	9,4713 :	0,016	Capella	38 37
148	„ „ 22	69 42	Rigel	0,188	9,8691	0,1309	0,008⌒	Capella	31 30
150	„ „ 22	41 57	Polarstern	0,021	9,7312	0,2688	0,111	Aldebaran	61 56
154	„ April 13	75 0	Sirius	0,268	0,4609 :	9,5391 :	0,025	Capella	43 35
155	„ „ 13	72 26	Aldebaran	0,224	9,4204 :	0,5796 :	0,035	Capella	47 18

Ad Nr. 112 S. flammt etwas. 114 Flammen. 122 Farbe stört. 124 Verdächtig. Nur zwei Einstellungen. 126 Verdächtig. Eine Einstellung. 129 R. wallt etwas. 133 Beide ruhig, aber Farbe stört sehr. 134, 135 u. 137 Vergleich. gehen gut wegen ruhigen Lichtes. 139 u. 140 Nacht nicht völlig unverdächtig. 145 S. flammt sehr stark. 148 R. flammt etwas. 154 Farbe und Flammen hinderlich. 155 A. flammt etwas.

Nr.	Jahr	Monat	Tag	Höhe		Stern					Stern	Höhe	
157	1852	April	16	79°	10′	Sirius	0,364	0,4019 :	9,5981 :	0,041	Capella	48°	51′
159	„	„	16	56	5	Wega	0,072	0,2493	9,7507	0,236	Capella	73	11
163	„	„	17	77	18	Sirius	0,316	0,4615 :	9,5385 :	0,033	Capella	46	35
165a	„	„	17	55	9	Capella	0,068	9,9796	0,0204	0,042	Arcturus	49	8
165b	„	„	17	45	16	Arcturus	0,029	0,0158	9,9842	0,087	Capella	58	34
168	„	„	17	62	33	Spica	0,117	9,7047	0,2953	0,007	Arcturus	29	49
173	„	„	21	47	59	Wega	0,038	0,0930	9,9070	0,006	Arcturus	28	12
178	„	„	22	61	46	Procyon	0,110	9,9139	0,0861	0,079	Capella	57	22
187	„	Mai	15	67	13	Spica	0,162	9,6870	0,3130	0,011	Arcturus	34	25
188	„	„	15	27	21	Wega	0,006	0,1498	9,8502	0,015	Arcturus	37	8
190	„	„	15	75	35	Antares	0,280	9,2733 :	0,7267 :	0,039	Arcturus	48	17
194	„	„	18	66	59	Spica	0,160	9,6120 :	0,3880 :	0,011	Arcturus	34	10
196	„	„	21	38	56	Arcturus	0,016	9,8776	0,1224	0,005	Wega	25	7
203	„	Octob.	14	49	38	Attair	0,044	9,6383	0,3617	0,016	Wega	39	5
204	„	„	14	55	48	Attair	0,071	0,1754	9,8246	0,004	Deneb	23	11
206	„	„	17	10	28	Deneb	0,000	0,4109	9,5891	0,019	Polarstern	40	59
207	„	„	17	79	0	Fomalhaut	0,359	9,2062 :	0,7938 :	0,017	Wega	40	11
				78	37		0,349	9,2179 :	0,7821 :	0,026		43	50
208	„	Nov.	4	78	34	Fomalhaut	0,347	9,1129 :	0,8871 :	0,036	Wega	47	32
209	„	„	4	51	53	Wega	0,053	0,0582	9,9418	0,068	Capella	55	10
212	1855	April	19	69	35	Beteigeuze	0,187	0,1831 :	9,8169 :	0,294	Aldebaran	76	18
				68	27		0,175	0,1525 :	9,8475 :	0,271		75	9
213	„	„	19	36	50	Regulus	0,013	9,6466	0,3534	0,068	Capella	55	15
216	„	Aug.	1	54	3	Arcturus	0,062	9,8043	0,1957	0,000	Wega	11	3
224	1857	Febr.	19	64	55	Sirius	0,139	0,5398	9,4602	0,085	Rigel	58	18
228	„	„	20	38	10	Aldebaran	0,015	9,9232	0,0768	0,019	Beteigeuze	41	2
230	„	„	23	48	51	Procyon	0,040	0,4238	9,5762	0,021	γ Orionis	42	11
231	„	„	23	44	36	Procyon	0,027	9,9080	0,0920	0,092	Rigel	59	19
233	„	„	26	65	22	Sirius	0,144	1,1232 :	8,8768 :	0,047	ζ Orionis	50	24

Ad Nr. 157 Starkes Wallen. Sonst gute Umstände. 159 C. flammt ungemein stark. 163 Flammen störend. 168 Farbe stört sehr. 187 S. flammt etwas. 188 Farbe genirt heute wenig. 190 Ant. flammt sehr stark. 194 Verdächtig. Sp. flammt sehr stark. 196 Die Nacht nicht ganz unverdächtig. 203 u. 204 Etwas verdächtig. 206 Normale Umstände. Gläser A heller als B. 207 Gute Umstände. Flammen v. F. leidlich. Beob. üb. d. B. und unt. d. B. getrennt wegen Zeitverlust. 208 Weniger günstige Umstände. 209 Nacht nicht ganz unverdächtig. 212 Flammen stark. Die zweierlei Zahlen kommen, je nachdem man die zwei letzten Einstellungen mitnimmt oder nicht. 216 A. flammt etwas. Nicht ganz unverdächtig. 224 S. flammt stark. 228 Schwaches Licht. 230 Flammen und Laterne genirt. 231 Flammen stark. 233 Geht sehr schwer. Bald darnach S. in Dunst. Auf jeder Seite nur zwei Einstellungen. Auch flammt S. stark.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z
235	1857 März 17	65° 10'	Sirius	0,142	0,6308	9,3692	0,122	Rigel	63° 6'
239	" April 20	59 39	Procyon	0,095	9,9272	0,0728	0,069	Capella	55 20
241	" Mai 14	66 49	Pollux	0,158	0,0640 :	9,9360 :	0,140	Castor	64 58
242	" " 14	60 4	Regulus	0,097	9,8608	0,1392	0,091	Spica	59 11
243	" " 15	32 13	Wega	0,009	0,8745	9,1255	0,021	α Ophiuchi	42 1
244	" " 15	38 15	Arcturus	0,015	0,8013	9,1987	0,004	α Coronae	23 0
245	" " 15	42 18	Arcturus	0,022	9,9014	0,0986	0,003	Wega	21 19
246	" " 21	39 20	β Leonis	0,016	9,6905	0,3095	0,069	Regulus	55 29
247	" " 21	28 23	Arcturus	0,006	0,7123	9,2877	0,000	ζ Ursae maj.	9 18
248	" " 21	12 3	ζ Ursae maj.	0,000	0,1520	9,8480	0,004	γ Ursae maj.	24 26
249	" " 21	27 34	γ Ursae maj.	0,006	9,8887	0,1113	0,011	α Ursae maj.	33 51
250	" " 21	30 1	γ Ursae maj.	0,007	9,9604	0,0396	0,014	β Ursae maj.	36 53
251	" " 21	33 12	γ Ursae maj.	0,010	0,4014	9,5986	0,007	δ Ursae maj.	29 45
252	" " 21	36 28	γ Ursae maj.	0,013	9,6916	0,3084	0,006	ε Ursae maj.	27 36
253	" " 21	38 49	γ Ursae maj.	0,016	9,7037	0,2963	0,004	η Ursae maj.	22 32
254	" " 21	41 33	γ Ursae maj.	0,020	9,0304	0,9696	0.005	Wega	25 31
255	" Juni 17	30 9	Wega	0,007	0,1122	9,8878	0,012	Arcturus	35 3
256	" " 17	28 21	β Ursae min	0,006	9,9866	0,0134	0,021	γ Ursae maj.	42 6
257	" " 17	36 24	Deneb	0,013	0,4084	9,5916	0,022	Polarstern	42 38
258	" " 17	32 20	Deneb	0,009	0,4967	9,5033	0,008	γ Cygni	31 20
259	" " 17	44 34	Attair	0,027	1,0499	8,9501	0,022	γ Aquilae	42 31
261	" " 24	43 0	Arcturus	0,023	9,8542	0,1458	0,003	Wega	20 33
262	" " 24	48 30	α Canum venat	0,039⌃	9,9002 :	0,0998 :	0,043⌃	γ Ursae maj.	49 38
264	" " 25	22 42	Wega	0,004	0,5339	9,4661	0,017⌃	Deneb	40 16
265	" " 25	35 36	α Ophiuchi	0,013	0,2878 :	9,7122 :	0,031	α Serpentis	46 3

Ad Nr. 235 S flammt sehr stark. Luft nicht ganz unverd. 239 Starkes Flammen. Geht heute schwer. 241 Starkes Flammen. — Farbunterschied. 242 Flammen stark. 243 Stellung nicht bequem. 245 Farbe hinderlich. 246 R. flammt *sehr* stark. 248 Lage des Auges unbequem. 251 Geht etwas schwer wegen schwachen Lichtes. ad 246 bis 254 die Beobachtungen vom 21. Mai ungeachtet des Flammens für gut gehalten. 254 Unbequeme Stellung. 255 Luft normal. 257 Stellung etwas unbequem 259 Geht schwer. — Zuletzt A. unruhig. 261 Umstände etwas verdächtig. 262 Unzuverlässige Umstände. 264 Abends noch streifig. 265 Umstände etwas verdächtig. — Flammen etwas.

266	1857	Juni	25	29° 24'	Deneb	0,007	1,1099	8,8901	0,006	ϑ Cephei	27° 24'
267	„	„	28	34 59	Arcturus }	0,012	9,9155	0,0845	0,007	{ Wega	30 15
268	„	„	28	25 41	Wega }	0,005	0,1343	9,8657	0,015	{ Arcturus	38 30
269	„	„	28	47 30	Arcturus	0,036	0,3801	9,6199	0,010	Deneb	33 26
270	„	„	28	29 8	Deneb	0,007	9,4965	0,5035	0,000	Wega	12 34
271	„	„	28	25 28	Deneb	0,005	9,8373	0,1627	0,027	Attair	44 27
272	„	„	28	41 24	α Coronae	0.020	0,2500	9,7500	0,042	ε Bootis	49 19
273	„	Juli	14	32 1	α Coronae	0,009	0,3720	9,6280	0,060	η Bootis	53 40
274	„	„	14	25 26	Deneb	0,005	0,7515	9,2485	0,011	β Herculis	33 35
275	„	„	14	20 12	Deneb	0,003	0,8024	9,1976	0,030	β Ophiuchi	45 36
276	„	„	14	15 54	Deneb	0,001	0,5824	9,4176	0,000	γ Draconis	12 9
277	„	„	14	9 56	Deneb	0,000	0,9203	9,0797	0,007	π Herculis	29 44
278	„	„	15	46 1	Arcturus	0,031	0,7211 :	9,2789 ;	0,270	Antares	75 6
279	„	„	15	48 30	Arcturus	0,039⌃	0,8145 :	9,1855 :	0,393	Spica	80 8,5
280	„	„	15	28 26	Deneb	0,006	0,7398	9,2602	0,002	η Draconis	18 29
281	„	„	15	24 14	Deneb	0,004	0,7811	9,2189	0,000	β Draconis	8 53
282	„	„	15	18 50	Deneb	0,003	0,6797	9,3203	0,005	ε Cygni	25 34
283	„	„	15	14 42	Deneb	0,001	0,6675	9,3325	0,000	δ Cygni	5 47
284	„	„	15	10 16	Deneb	0,000	0,3914	9,6086	0,020	Polarstern	41 40
285	„	„	15	6 28	Deneb	0,000	0,7703	9,2297	0,004	β Cephei	23 57
286	„	„	20	53 41	γ Ursae maj.	0,061	0,2227	9,7773	0,007	γ Ursae min.	29 45
287	„	„	20	21 18	Deneb	0,003	0,8371	9,1629	0,004	β Cygni	22 47
288	„	„	20	15 44	Deneb	0,001	0,5301	9,4699	0,004	α Cephei	22 37
289	„	„	20	37 57	ν Aquilae	0,015	9,3890	0,6110	0,022	β Aquilae	42 21
290	„	„	20	38 34	γ Aquilae	0,016	9,9746	0,0254	0,015	ζ Aquilae	37 54
291	„	„	24	13 48	Wega	0,001	0,1824	9,8176	0,045	Arcturus	50 6
292	„	„	24	36 29	α Ophiuchi	0,013	0,3490	9,6510	0,144	η Ophiuchi	65 25
293	„	„	24	19 26	Deneb	0,003	0,8065	9,1935	0,001	γ Lyrae	15 44
294	„	„	24	14 50	Deneb	0,001	0,8029	9,1971	0,004	ζ Draconis	24 0
295	„	„	24	10 45	Deneb	0,000	0,9475	9,0525	0,005	ζ Cygni	25 22

Ad Nr. 266 Geht schwer. Identität des * in B scheint unzweifelhaft. 267 Flammen etwas. 268 Flammen nimmt zu. 269 A. flammt. 272 Stellung unbequem. Flammen. Ueber und unter dem Bild stimmen nicht gut. Von 267—72 Normale Nacht. 274 Stellung sehr unbequem. Von 273—77 Sehr schöner Tag. 278 ff. Nacht gut. — Ant. flammt lebhaft. 279 Sp. flammt stark. 282 Fernes Wetterleuchten. 285 Lichter blenden. 286—90 Umstände zuletzt verdächtig. 289 Geht schwer. 291—297 Erst Abends rein geworden.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z
296	1857 Juli 24	41° 29′	Polarstern	0,020	0,2216	9,7784 :	0,020	β Ursae min.	41° 23′
297	" " 24	30 34	β Pegasi	0,007	9,3767	0,6233	0,000	Deneb	5 26
298	" " 25	36 12	α Ophiuchi	0,013	0,3226	9,6774	0,112	ζ Ophiuchi	61 59
299	" " 25	42 1	α Coronae	0,021	0,4700	9,5300	0,027	γ Bootis	44 31
300	" Aug. 2	12 52	Deneb	0,000	0,3880	9,6120	0,021	Polarstern	41 52
301	" " 13	52 14	α Coronae	0,054	0,6590	9,3410	0,042	β Bootis	49 9
302	" " 13	59 54	α Coronae	0,089	0,3102	9,6898	0,030	ζ Herculis	45 46
303	" " 23	14 11	Deneb	0,000	0,7720	9,2280	0,012	ι Draconis	34 58
304	" " 23	56 41	α Coronae	0,075	0,4012 :	9,5988 :	0,227	α Canum ven.	72 36
305	" " 23	54 3	γ Aquilae	0,062	0,3519	9,6481	0,133	ε Aquarii	64 20
306	" " 24	51 22	α Coronae	0,050^	0,7034 :	9,2966 :	0,041	γ Herculis	49 4
307	" " 24	62 21	α Coronae	0,115	0,3188 :	9,6812 :	0,034^	δ Herculis	47 9
308	" " 25	50 47	α Coronae	0,052	0,3892 :	9,6108 :	0,013	δ Herculis	36 7
309	" " 25	58 59	α Coronae	0,090	0,6724 :	9,3276 :	0,074^	γ Herculis	56 30
310	" " 25	71 4	α Coronae	0,205	0,3194 :	9,6806 :	0,054	η Herculis (?)	52 18
311	" " 25	36 46	δ Draconis	0,014	9,2554	0,7446	0,006	Deneb	27 56
312	" " 26	37 40	α Coronae	0,015	0,6872	0,3128	0,008	η Herculis	31 20
313	" " 26	18 21	Deneb	0,002	0,7940	9,2060	0,003	η Pegasi	18 54
314	" " 26	21 6	α Andromedae	0,003	0,2098	9,7902	0,003^	β Andromedae	22 29
315	" " 26	20 40	α Andromedae	0,003	0,1692	9,8308	0,002	γ Andromedae	18 15
316	" " 27	41 12	γ Aquilae	0,021^	0,1930	9,8070	0,091	λ Aquilae	59 10
317	" " 27	46 23	γ Aquilae	0,032	0,1452	9,8548		δ Sagittae ? ?	
318	" " 30	3 24	Deneb	0,000	0,4048	9,5952	0,020	Polarstern	41 21

Ad Nr. 296 u. 297 Himmel rein seit Abend. Flammen zieml. stark. 296 Für β aber nicht für α gebe ich der Bestimmung Gewicht ½. 297 Strassenlaterne blendet sehr. 298 Geht schwer. — Flammen stark. — Nicht unverdächtig. 299 Musste unterbrochen werden. s. d. Bem. ad 298. 300 Flammen, sonst gut. 300 ***Die Messungen von August 2 bis Septemb. 17 inclus. sind von Professor Leonhard allein gemacht.*** 304 Heftiges Flammen. 305 Schlechte Beob : Identität des * zweifelhaft. (Beob. hat 97′ gedauert) 306 u. 307 Flammen. — Gewitter in S. Messungen schlecht. 308—11 Flammen, aber sonst gute Nacht. — 308 u. 309 Laternen blenden. Von 312—15 Rein und klar. — Kein Flammen. 315 Auge ermüdet, 316 u. 317 Schöne Nacht. Zuletzt Wolken gekommen, desshalb 317 nur auf *einer* Seite d. Bildes beob.

319	1857 Aug.	30	17°	41′	Deneb	0,002	0,2754 :	9,7246 :	0,355	Fomalhaut	78°	30′
320	„ „	30	34	51	α Pegasi	0,012	0,6138 :	9,3862 :	0,033	ε Pegasi	46	48
321	„ Sept.	17	59	48	α Coronae	0,095^	0,5978	9,4022	0,019	η Herculis	41	3
322	„ „	17	6	35	Deneb	0,000	0,3802	9,6198	0,019	Polarstern	41	8
323	„ „	17	52	22	γ Aquilae	0,054^	9,9284 :	0,0716 :	0,071	ζ Aquilae	55	48
324	„ „	17	60	29	γ Aquilae	0,100^	0,0406 :	9,9594 :	0,056^	γ Lyrae	52	51
325	„ „	17	20	0	α Andromedae	0,003	0,6908	9,3092	0,002	δ Andromedae	17	43
326	„ „	20	57	59	α Coronae	0,083	0,5462	9,4538	0,012	π Herculis	35	9
327	„ „	20	22	59	Deneb	0,004	0,4802	9,5198	0,010	γ Andromedae	32	57
328	„ „	20	34	12	α Pegasi	0,011	0,6724	9,3276	0,028^	ε Pegasi	45	12
329	„ „	20	34	15	Deneb	0,011	0,4030	9,5970	0,018	Polarstern	40	28
330	„ „	20	20	8	α Andromedae	0,003	0,0606	9,9394	0,000	γ Cassiopejae	12	33
331	„ „	23	45	1	Wega	0,028	0,7958	9,2042	0,005	α Andromedae	25	5
332	„ „	23	25	58	Deneb	0,005	0,6578	9,3422	0,016	γ Pegasi	39	6
333	„ „	23	53	16	Wega	0,058	0,1120	9,8880	0,064	Capella	54	26
334	„ „	23	34	38	Deneb	0,012^	0,2818	9,7182	0,008^	α Persei	31	4
335	„ „	23	38	3	Deneb	0,015	0,3424	9,6576	0,000	γ Cassiopejae	12	24
336	„ „	23	41	36	Deneb	0,020	9,5940	0,4060	0,025^	Capella	43	51
337	„ „	24	14	32	γ Cassiopejae	0,001	0,1856	9,8144	0,000	α Cassiopejae	10	3
338	„ „	24	12	9	γ Cassiopejae	0,000	0,1362	9,8638	0,000	β Cassiopejae	10	58
339	„ „	27	39	44	γ Cassiopejae	0,017	0,3214	9,6786	0,024	δ Cassiopejae	43	18
340	„ „	27	37	9	γ Cassiopejae	0,014	0,6038 :	9,3962 :	0,023	ε Cassiopejae	42	56
341	„ „	27	5	31	Deneb	0,000	0,4468	9,5532	0,019^	Polarstern	41	11
342	„ „	27	34	32	α Pegasi	0,011^	0,5564	9,4436	0,033^	ϑ Pegasi	46	53
343	„ „	27	36	37	α Pegasi	0,013^	0,4254	9,5746	0,079^	α Aquarii	56	30
344	„ „	27	40	40	α Pegasi	0,018	0,7166	9,2834	0,099	γ Aquarii	60	19
345	„ „	27	43	42	α Pegasi	0,025	0,0716	9,9284	0,174	β Ceti	67	24
346	„ Oct.	18	38	47	α Pegasi	0,016	0,4034	9,9566	0,064	β Aquarii	54	20

Ad Nr. 319 F. flammt stark. Doch gelungen. 320 Unsicher. 321 Geht schwer. 323 Geht schwer wegen Laternen. 326—30 Prachtvolle Nacht. 326 Anderer * des H. im Feld genirt etw. (Beob. war ursprünglich auf δ Herculis bezogen.) 328 Schwer wegen schwachen Lichtes. 331—36 Sehr schöne Nacht. 333 Flammen beide etwas. 337 u. 338 Umstände etwas verdächtig. 339—45 Um Sonnen-Untergang noch etw. streifig. 340 Geht schwer weg. schwach. Lichtes u. ☾-Schein. 341 Flammen. 344 Geht ausserordentlich schwer wegen Lichtschwäche. 345 β Ceti flammt stark. 346 Stellung höchst unbequem. Nebel am Horizont breiten sich später aus.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φ z	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φ z	Name d. Sternes.	z
347	1857 Oct. 18	37° 38′	Wega	0,014⌒	0,8666	9,1334	0,006	γ Cassiopejae	27° 9′
348	„ „ 19	30 52	γ Cassiopejae	0,008	0,6180	9,3820	0,007	η Cassiopejae	28 45
349	„ „ 19	26 58	γ Cassiopejae	0,006	0,6848	9,3152	0,006	ζ Cassiopejae	25 42
350	„ „ 19	34 22	α Pegasi	0,011⌒	0,4468	9,5532	0,053	δ Aquarii	52 1
351	„ „ 19	30 2	α Persei	0,007	0,5278	9,4722	0,005	γ Persei	26 12
352	„ „ 19	57 18	Wega	0,079	0,0474	9,9526	0,029	Capella	45 23
353	„ „ 19	23 51	α Persei	0,004	0,4896	9,5104	0,006	δ Persei	26 50
355	„ Nov. 19	36 19	α Persei	0,013	0,4850	9,5150	0,047	ζ Persei	50 28
356	„ „ 19	34 28	α Persei	0,011⌒	0,4368	9,5632	0,019	ε Persei	41 4
357	„ „ 19	20 40	α Andromedae	0,003	0,1876	9,8124	0,008	α Arietis	30 49
358	„ Dez. 17	40 5	α Andromedae	0,007	0,2754	9,7246	0,024	α Ceti	43 46
359	1858 Jan. 5	56 9	Deneb	0,073	0,5590	9,4410	0,060	α Pegasi	52 32
360	„ Febr. 2	52 2	ε Orionis	0,053	9,3154	0,6846	0,000	Capella	5 18
361	„ „ 2	49 32	δ Orionis	0,043	9,1628	0,8372	0,000	Capella	5 24
362	„ „ 2	50 38	ζ Orionis	0,048	0,0020	9,9980	0,000	β Aurigae	8 48
364	„ „ 18	12 55	Capella	0,000	0,6660	9,3340	0,000	β Aurigae	5 38
365	„ „ 18	57 55	$\varkappa$ Orionis	0,082⌒	9,3032	0,6968	0,023	Procyon	42 46
366	„ „ 18	19 52	Pollux	0,003	9,5657	0,4343	0,004	Capella	23 49
367	„ „ 19	56 36	Rigel	0,075	9,9642	0,0358	0,000	Capella	3 5
368	„ „ 19	19 39	β Tauri	0,003	9,4948	0,5052	0,000	Capella	3 1
369	„ „ 19	11 4	ϑ Aurigae	0,000	9,0550	0,9450	0,000	Capella	6 9
370	„ „ 19	66 6	β Can. maj.	0,151	9,7608	0,2392	0,051	ζ Orionis	50 34
371	„ „ 22	40 59	Aldebaran	0,019	9,8818 :	0,1182 :	0,021	Beteigeuze	41 55
373	„ März 21	65 36	Sirius	0,146	0,4574	9,5426	0,005	Capella	24 53
374	„ „ 24	77 46	ε Canis maj.	0,327	9,8996 :	0,1004 :	0,081	ζ Orionis	57 37

Ad Nr. 347 Nebel am Horizont breiten sich später aus. 348 Stellung sehr unbequem. 350 δ Aqu. flammt sehr stark. 352 W. flammt sehr stark, C. weniger. 355 57 Umstände scheinen normal. Sdl. allein. 357 Unbequeme Stellung. 358 Lhd. allein. Heftiges Flammen. 359 Sdl. allein. -- Etwas verdächtig. — Flammen. 360—62 Ruhiges Licht Dennoch nicht ganz unverdächtig. 364 u. 365 Himmel scheint sehr rein. 365 Flammen stark; Farbe gut. 367 R flammt sehr stark. 368 Flammen etwas. 369 Geht schwer wegen Kleinh. d. $\Delta\,\Delta$. 370 Flammen sehr stark. ad 367—70 Später Wolkenbildung. 371 Heftiges Flammen. ☾. Lhd. allein. 373 Heftiges Flammen. — Etw. verdächtig. 374—77 Normale Luft. 374 ☾ genirt. — ** sehr ruhig. 375 Unsicher wegen schwachen Lichtes, und Kleinheit der $\Delta\,\Delta$.

375	1858 März 24	76°	2'	δ Canis maj.	0,289	9,6692 :	0,3308 :	0,105	ζ Orionis	61°	5'
376	„ „ 24	79	26,5	η Canis maj.	0,371	9,4104 :	0,5896 :	0,135	ζ Orionis	64	31
377	„ „ 24	40	29	Capella	0,018	0,7496 :	9,2504 :	0,176	ζ Orionis	68	34
378	„ „ 28	46	51	Capella	0,034	0,4338	9,5662	0,053	Beteigeuze	52	4
379	„ „ 28	35	54	Capella	0,013	0,7938	9,2062	0,022	Polarstern	42	27
380	„ „ 28	40	0	Capella	0,017	0,5838	9,4162	0,037	β Tauri	47	47
381	„ „ 28	49	31	Procyon	0,043	0,8366	9,1634	0,073	α Hydrae	56	14
382	„ April 14	57	42	β Tauri	0,081	0,5919	9,4081	0,100^	ζ Tauri	60	30
383	„ „ 14	61	6	β Tauri	0,105	0,6777	9,3223	0,120	ι Aurigae	62	53
384	„ „ 14	65	10	β Tauri	0,142	9,9923 :	0,0077 :	0,049	β Aurigae	50	1
385	„ „ 14	54	8	β Aurigae	0,063	0,6635	9,3365	0,121	ε Aurigae	62	59
386	„ „ 14	58	7	β Aurigae	0,084	0,7866	9,2134	0,181	μ Geminorum	69	7
387	„ Mai 4	56	46	Regulus	0,076	0,4587	9,5413	0,041	γ Leonis	49	0
388	„ „ 4	60	35	Regulus	0,101	0,4733	9,5267	0,025	δ Leonis	43	41
389	„ „ 4	28	15	Arcturus	0,006	0,3259 :	9,6741 :	0,098	Spica	60	6
391	„ Juni 5	50	38	β Leonis	0,047^	9,1918	0,8082	0,007	Arcturus	29	24
393	„ „ 5	50	22,5	ε Virginis	0,046^	9,6006	0,3994	0,096	β Leonis	58	52
394	„ „ 5	51	27	ψ Ursae maj.	0,051	9,5582	0,4418	0,019	γ Ursae maj.	40	52
395	„ „ 5	27	14	α Draconis	0,006	9,3428	0,6572	0,027	γ Ursae maj.	44	40
396	„ „ 6	80	50	Capella	0,420 :	9,5231 :	0,4769 :	0,021	Wega	41	56
397	„ „ 6	53	35	ϑ Ursae maj.	0,060	9,5531	0,4469	0,010^	γ Ursae maj.	33	18
398	„ „ 6	55	39	μ Ursae maj.	0,070^	9,5083	0,4917	0,013^	γ Ursae maj.	36	34
399	„ „ 6	23	16	α Coronae	0,004	0,6904	9,3096	0,016	ζ Bootis	39	26
400	„ „ 6	41	2	Arcturus	0,019	0,7564	9,2436	0,005	α Coronae	24	53
401	„ „ 7	61	35	Spica	0,108^	0,8132	9,1868	0,070	γ Virginis	55	38
402	„ „ 7	54	27	δ Virginis	0,064	9,3224	0,6776	0,067	β Leonis	55	1
403	„ „ 7	21	14	α Coronae	0,003	0,6522	9,3478	0,001	δ Bootis	15	51
404	„ „ 7	41	44	γ Ursae maj.	0,021	9,0352	0,9648	0,005	Wega	25	17

Ad Nr. 374—77 siehe oben. 378—381 Normale Luft. — ☾ in Ost. 378 Flammen etwas. 382—86 Luft rein, nur anfangs die Horiz.-Dünste in S. höher als gewöhnlich. Klare Nacht. ** ruhig. 382 Lichtschwäche. 384 Jetzt auch Süd klar. 386 Stellung etw. unbequ. 387—389 Luft nicht ganz unverdächtig. R. flammt stark. 389 Sp. flammt stark. 391—395 Sehr schön klar, aber Wetterleuchten in S. — ** funkeln stark. 396 Flammen *beide* stark. — Uebrigens normal. 397—400 Tag ganz rein. — ** funkeln weniger als gestern. — Luft scheint weniger durchsichtig. 401—405 Völlig wolkenfreier Tag. — ** funkeln etwas mehr als gestern. 401 Sp. flammt s. stark. 402 Schwaches Licht. Laternen stören.

Nr.	Datum.			z		Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z	
405	1858	Juni	7	45°	17'	γ Ursae maj.	0,029	0,6100	9,3900	0,014	κ Draconis	37°	18'
406	,,	,,	8	62	22	Spica	0,115	9,6203:	0,3797:	0,017	Wega	39	45
407	,,	,,	8	62	25	η Virginis	0,115⌢	9,3086	0,6914	0,066	β Leonis	54	50
408	,,	,,	8	37	24	δ Serpentis	0,014⌢	9,2646	0,7354	0,003	α Coronae	21	20
409	,,	,,	8	32	59	β Serpentis	0,010	9,6786	0,3214		? Coronae		
410	,,	,,	8	25	35	α Coronae	0,005	0,7270	9,2730	0,005	γ Coronae	25	7
411	,,	,,	8	37	30	β Serpentis	0,014⌢	9,3186	0,6814	0,007	α Coronae	28	59
412	,,	,,	12	32	56	γ Ursae maj.	0,010	9,9453	0,0547	0,003	α Coronae	21	2
413	,,	,,	12	21	15	α Coronae	0,003	0,7578	9,2422	0,003	ε Herculis	21	22
414	,,	,,	12	41	6	γ Ursae maj.	0,019	0,1572	9,8428	0,015	12 Canum ven.	37	54
415	,,	,,	12	25	41	α Coronae	0,005	0,7040	9,2960	0,005	γ Coronae	25	12
416	,,	,,	12	28	30	α Coronae	0,006⌢	0,6760	9,3240	0,006	β Coronae	27	31
417	,,	,,	12	42	23	Polarstern	0,022	9,6012	0,3988	0,007	Deneb	29	22
419	,,	,,	13	31	51	12 Canum ven.	0,009	9,8538	0,1462	0,013	γ Ursae maj.	36	5
420	,,	,,	13	38	44	α Ophiuchi	0,016	0,0148	9,9852	0,004	α Coronae	22	42
421	,,	,,	13	43	40	λ Draconis	0,024	9,2254	0,7746	0,033⌢	γ Ursae maj	46	48
422	,,	Juli	5	31	47	α Coronae	0,009	0,6408	9,3592	0,016	γ Serpentis	39	12
423	,,	,,	18	10	2	Wega	0,000	0,3453	9,6547	0,026	Attair	43	57
424	,,	Aug.	4	43	3,5	α Coronae	0,023	0,7892	9,2108	0,000	ι Herculis	12	4
425	,,	,,	4	49	12	α Coronae	0,042	0,6298	9,3702	0,006	μ Herculis	28	7
426	,,	,,	4	42	45	γ Cassiopejae	0,022⌢	0,6288	9,3712	0,013	γ Cephei	35	49
427	,,	,,	4	40	5	Attair	0,017	0,1758	9,8242	0,000	Deneb	5	31
428	,,	,,	11	55	26	Arcturus	0,069	0,1970:	9,8030:	0,027	Attair	44	22
429	,,	,,	11	46	32	α Coronae	0,032⌢	0,7032	9,2968	0,006⌢	τ Herculis	28	26

Ad Nr. 405 s. oben. 406—411 Nicht ganz so schön wie gestern. 406 Sp. flammt sehr stark. 407 Sehr unsicher wegen schwachen Lichtes. 408 Laterne blendet. 409 Abgebrochen. (Nur 3 Einst. auf Einer Seite, weil es zu schwer geht.) 410 Strassenlat. stört sehr. Identität des Sternes in B nachträglich ermittelt. 412—417 Abends noch zerstreute Wolken. Zuletzt anscheinend ganz rein. 412 Flammen. 414 Auffallender Unterschied der Einstell. Flammen mässig. — Stellung bequem. 415 Nur 4 Einstell. zur Control. d. Identität bei 410. 417 Dem freien Auge P. sehr hell. 419—421 Hell seit ⊙ Untergang, zuletzt Wolkenbildung, welche γ Urs. bald nach der letzt. Beob. versteckt — ad 421. Schw. Licht. — Flammen. 422 Flammen sehr stark, desshalb schwer einzustellen. Lhd. allein. 423 A. flammt stark. — Umstände etw. verdächt. ☾. 424—427 Um ⊙ Untergang ein wenig streifig. 424 Schwer wegen Lichtschwäche. 425 Strassenlat. stören sehr. 427 A flammt stark. Umstände etw. verdächtig. 428 Sehr starkes Flammen beider * *. 429 Tag schön. Feucht ** funkeln; zuletzt ruhig.

430	1858 Aug.	11	42°	21′	γ Cassiopejae	0,021⌒	1,1924	8,8076	0,003	ξ Draconis ? ?	20°	23′
431	„ „	11	22	45	Wega	0,004	0,5058	9,4942	0,000	Deneb	3	45
432	„ „	16	42	19	α Ophiuchi	0,021⌒	0,7522	9,2478	0,021	72 Ophiuchi	42	0
433	„ „	16	28	42	α Coronae	0,007	9,5616	0,4384	0,000	Deneb	10	17
434	„ „	16	58	11	ϰ Ophiuchi	0,084	9,4352	0,5648	0,045	α Ophiuchi	49	58
435	„ „	16	53	27	α Ophiuchi	0,059	9,5868	0,4132	0,000	Deneb	3	30
436	„ „	16	51	9	δ Aquilae	0,049⌒	9,8780	0,1220	0,018⌒	γ Aquilae	40	46
437	„ „	17	9	44	Wega	0,000	0,2071	9,7929	0,078	Arcturus	57	14
438	„ „	17	46	13	α Coronae	0,031⌒	0,0177	9,9823	0,038⌒	γ Cassiopejae	48	11
439	„ „	17	43	21	α Ophiuchi	0,024	0,6343	9,3657	0,026⌒	α Herculis	44	14,5
440	„ „	17	37	53,5	γ Aquilae	0,015	0,3401	9,6599	0,012	β Delphini	35	19
441	„ „	17	41	25	Polarstern	0,020	9,6605	0,3395	0,000	Deneb	6	5
442	„ „	17	26	55	β Lyrae	0,006	9,1065	0,8935	0,000	Deneb	3	57
443	„ „	17	29	18	Wega	0,007	1,0307	8,9693	0,018⌒	α Pegasi	40	45
444	„ Sept.	1	37	35	γ Aquilae	0,015	0,5227	9,4773	0,011⌒	γ Delphini	34	34
445	„ „	1	38	34	γ Aquilae	0,015⌒	0,4819 :	9,5181 :	0,014⌒	ε Delphini	37	31
446	„ „	10	41	39	γ Cassiopejae	0,020	9,5863	0,4137	0,000	Deneb	7	12
447	„ „	10	39	4	γ Aquilae	0,016	0,9145	9,0855	0,015⌒	ϰ Delphini	38	35
448	„ „	10	5	14	Deneb	0,000	9,5124	0,4876	0,006	Wega	28	19
449	„ „	10	44	7	ν Aquilae	0,026	0,4234	9,5766	0,016⌒	ε Delphini	39	27
450	„ „	10	36	9	α Pegasi	0,013	9,4399	0,5601	0,001	Deneb	13	47
451	„ „	10	34	22	α Pegasi	0,011⌒	0,4403	9,5597	0,015	ζ Pegasi	38	7
452	„ „	10	46	51	Wega	0,033	0,0822	9,9178	0,094	Capella	59	31
453	„ Sept.	11	39	27	γ Aquilae	0,016⌒	9,0138	0,9862	0,019	Attair	40	56
454	„ „	11	31	25	β Pegasi	0,008⌒	9,4624	0,5376	0,000	Deneb	4	41
455	„ „	11	41	7	Polarstern	0,019	9,6305	0,3695	0,000	Deneb	7	23
456	„ „	11	26	55	μ Pegasi	0,006	9,4420	0,5580	0,014	α Pegasi	36	56
457	„ „	11	64	18	Capella	0,133	9,8570	0,1430	0,019	Wega	40	50

Ad Nr. 430 u. 431 s. Note zu 429. 430 Δ klein wegen Lichtschwäche. Wahrscheinl. falscher ∗, cf. Nr, 696. 431 Gutes Licht 432—436 Um ⊙ Unterg noch einzelne Wölkchen. Beobb. gehen heute etwas schwer, doch ∗ ∗ ziemlich ruhig. 434 Stellung sehr unbequem, ϰ ziemlich unruhig. 436 Schwaches Licht. 437—443 Witterung normal. 437 Flammen stark. 438 γ C. flammt stark, besond. Anfangs. 439 Flammen etwas. 440 Ueber dem Bild Einstellungen stark differirend. 441 P. flammt etwas. 444 u. 445 Nachmittags Wolken, die jetzt gelöst scheinen. Zuletzt rasche Trübung des Himmels. 444 Flammen merklich. 446—52 Normale Umstände. Heute Gläser A heller als B. 446 Hiebei Einstellungen von *H. Gussew.* 447 Abgebrochen wegen sehr unbequ. Stellung nach 2 Einstellungen. Identität scheint sicher. 451 Stellung unbequem. 452 Flammen stark, besonders C. wie zitternd. 453—458 Ebenso rein wie gestern. ∗ ∗ flammen mehr. 457 C. flammt stark.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φ z	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φ z	Name d. Sternes.	z
458	1858 Sept. 11	60° 48′	Capella	0,103	0,1712	9,8288	0,065⌃	Attair	54° 42′
459	" " 12	36 35	α Pegasi	0,013⌃	9,2990	0,7010	0,036⌃	Attair	47 35
460	" " 12	34 33	α Pegasi	0,011⌃	9,8088	0,1912	0,006	α Andromedae	27 35
461	" " 13	42 43	α Ophiuchi	0,022⌃	9,4586	0,5414	0,017	Attair	39 54
462	" " 13	37 58	γ Aquilae	0,015	9,9057	0,0943	0,027⌃	ε Pegasi	44 47
463	" " 13	39 3	γ Cassiopejae	0,016	9,1744	0,8256	0,003	Wega	21 48
464	" " 13	41 28	Attair	0,020	9,6820	0,3180	0,005	Wega	25 3
465	" " 13	39 26	α Andromedae	0,016⌃	9,6590	0,3410	0,000	Deneb	5 40
466	" " 13	50 19	η Aquarii	0,046	9,2728	0,7272	0,015	α Pegasi	37 46
467	" " 13	49 0	ζ Aquarii	0,041	9,3398	0,6602	0,011	α Pegasi	33 54
468	" " 13	42 40	γ Pegasi	0,022	9,6470	0,3530	0,006	α Andromedae	27 8
471	" " 29	48 22	Wega	0,039	0,1401	9,8599	0,085	Capella	58 15
472	" " 29	39 0	β Arietis	0,016	9,7004	0,2996	0,003	α Andromedae	20 37
473	" " 29	36 38	γ Arietis	0,014	9,2021	0,7979	0,003	α Andromedae	19 50
477	" Octob. 4	53 2	Wega	0,057	0,1027	9,8973	0,063	Capella	54 9
478	" " 4	50 34	α Piscium	0,047	9,2317	0,7683	0,003	α Andromedae	20 6
479	" " 4	53 28	δ Ceti	0,059⌃	9,0879	0,9121	0,003	α Andromedae	21 47
482	" " 7	26 32	Wega	0,006	0,3169 :	9,6831 :	0,270	Capella	74 5
483	" " 7	55 40	Wega	0,070	0,0960	9,9040	0,052	Capella	51 44
484	" " 7	51 25	γ Ceti	0,050⌃	9,3140	0,6860	0,003	α Andromedae	21 33
485	" " 7	23 38	α Andromed.	0,004	9,3437	0,6563	0,017	Capella	39 43
486	" " 14	54 12	Capella	0,063	9,8921	0,1079	0,057	Wega	52 59
487	" " 14	28 12	α Trianguli	0,006	9,3379	0,6621	0,003	α Andromedae	19 50
488	" " 14	23 33	β Trianguli	0,004	9,5250	0,4750	0,003	α Andromedae	20 6

Ad Nr. 458 Flammen hinderlich. 459 u. 460 Normale Nacht. 459 Stellung unbequem u. Flammen. 461—468 Vollkommen klar, doch zuletzt Luft etwas nebelig. 461 Flammen beide. 463 Schwierig weg. gr. Unterschieds. 471—473 Normale Luft. 471 Flammen. 477 ff. *Seit Anfang Oktobers 1858 Messungen von S. allein fortgesetzt.* 477 W. flammt etwas. 478 u. 479 Unverdächtig. 482—485 Tag vollkommen klar. 482 C. flammt stark, doch Messung im Ganzen gut. 485 Beide unruhig. 486—90 Feuchte Luft. Nicht völlig unverdächtig. 486 Flammen stark. Farbe stört. 488 Stellung unbequem.

Nr.	Jahr	Monat	Tag	Höhe °	′	Stern					Stern	Höhe °	′
489	1858	Oct.	14	21°	38′	α Andromedae	0,003	9,9660	0,0340	0,004	α Persei	24°	15′
490	„	„	14	68	15	Wega	0,172^	9,9563	0,0437	0,016	Capella	38	43
491	„	„	16	37	15	α Arietis	0,014	9,1935	0,8065	0,056	Capella	52	43
492	„	Oct.	16	37	19	γ Pegasi	0,014	0,0386 :	9,9314 :	0,005	β Pegasi	26	4
493	„	Dez.	17	42	8	Deneb	0,021	9,6117	0,3883	0,023	Capella	42	50
494	„	„	17	50	26	Aldebaran	0,047	9,9629	0,0371	0,033	Deneb	46	32
495	„	„	17	28	25	α Andromedae	0,006^	9,8019 :	0,1981	0,031	Aldebaran	45	50
496	„	„	17	18	32	γ Cassiopejae	0,002^	9,2855	0,7145	0,006	Capella	26	54
497	1859	Jan.	9	35	20	α Arietis	0,012	9,6299 :	0,3701	0,009	Aldebaran	32	19
498	„	„	9	31	55	Aldebaran	0,009	0,6638	9,3362	0,007	η Tauri	29	21
499	„	„	9	8	54	γ Andromedae	0,000	9,1649	0,8351	0,000	Capella	2	27
500	„	„	9	33	41	Aldebaran	0,011	9,5382	0,4618	0,000	Capella	3	19
501	„	„	21	36	3	λ Tauri	0,013	9,1138	0,8862	0,010	Aldebaran	32	53
502	„	„	21	43	9	γ Orionis	0,023^	9,4458	0,5542	0,000	Capella	6	40
503	„	„	21	15	38	α Persei	0,001	9,2861	0,7139	0,000	Capella	3	42
504	„	Febr.	4	23	30	Capella	0,004	0,6469	9,3531	0,000	β Aurigae	3	16
505	„	„	4	24	37	Capella	0,004^	0,5405	9,4595	0,003	β Tauri	21	29
506	„	„	4	7	22	β Aurigae	0,000	0,7791	9,2209	0,001	ϑ Geminorum	14	19
507	„	März	7	10	27	β Aurigae	0,000	0,7819	9,2181	0,006	η Geminorum	26	51
507a	„	„	7	13	27	β Aurigae	0,090^	0,8065	9,1935	0,006	η Geminorum	28	11
508	„	„	7	16	17	β Aurigae	0,001	0,6568	9,3432	0,007	μ Geminorum	28	55
509	„	„	7	20	23	β Aurigae	0,003	0,0243	9,9757	0,012^	γ Geminorum	35	23
511	„	„	7	34	54	β Aurigae	0,012	0,6461	9,3539	0,016	ε Geminorum	38	42
512	„	„	10	64	50	Sirius	0,138	0,7041	9,2959	0,023	Procyon	43	5
513	„	„	10	32	6	Capella	0,009	0,6793	9,3207	0,068	ζ Orionis	55	13
514	„	„	10	16	30	α Geminorum	0,001	9,4951	0,5049	0,013	Capella	35	38
515	„	„	10	29	42	δ Geminorum	0,007	9,2845	0,7155	0,006	β Aurigae	26	38
517	„	„	11	65	8	Sirius	0,141	0,6892	9,3108	0,022^	Procyon	42	44

Ad Nr. 490 Farbe u. Flammen stört jetzt wenig. 491 u. 492 Abend nicht ganz nebelfrei: zuletzt rasche Nebelbildung. 493—496 Luft normal ☾ Schein. 493 D. flammt mässig. 494 Farbunterschied stört. 495 Gewicht für α Andr. gesetzt ½. 496 Unbequeme Einstellung. 497—500 S. W. Horiz. etw. dunstig. Strenge Kälte. * * ruhig. Mikrom. Schraube zieht nicht gut. 497 Gew. für α Ar. gesetzt ½. Farbunterschied nicht auffallend. 498 Plejaden * * stören etwas. 499 Stellung unbequ. 500 Vollkommen ruhig. Farbe stört gar nicht. 501—503 Unten zum Theil etw. nebelig. 501 Schw. Licht u unbequ. Stellung. 502 Schönes ruhiges Licht. 504—506 Feuchte Luft. Nichts Verdächtiges. 507—511 Reiner Tag, prachtvolle Nacht. 508 Einstell. Untersch. etw. gross. 512—515 Nacht gut: ☾. 512 Flammen und starke Beugungslinien. 514 Ganz ruhiges Licht. 517 u. 518 Normale Nacht. 517 S. relativ ruhig, zeigt aber doch zuckendes Flammen.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φ z	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φ z	Name d. Sternes.	z
518	1859 März 11	51° 15'	Beteigeuze	0,050	9,5729	0,4271	0,007	Capella	28° 57'
519	,, ,, 18	44 27	Procyon	0,027	0,3773	9,6227	0,017	Regulus	40 1
520	,, ,, 18	45 42	Procyon	0,030	0,3871	9,6129	0,004	Pollux	24 19
521	,, ,, 21	44 23	Procyon	0,027	0,9978	9,0022	0,017	β Can. min.	40 7
522	,, ,, 21	38 7	Regulus	0,015	0,8652	9,1348	0,005	ε Leonis	25 15
523	,, ,, 21	36 48	Regulus	0,014	0,9687	9,0313	0,009	η Leonis	32 5
524	,, April 4	36 52	Regulus	0,014	0,8982	9,1018	0,021	ζ Hydrae	42 0
525	,, ,, 4	35 56	Regulus	0,013	1,0122	8,9878	0,022⌢	ε Hydrae	42 47
526	,, ,, 4	35 29	Regulus	0,012⌢	0,5814	9,4186	0,076	α Hydrae	56 48
527	,, ,, 4	24 41	ζ Leonis	0,005	9,0576	0,9424	0,013	Regulus	36 16
528	,, ,, 6	36 8	Regulus	0,013	0,8999	9,1001	0,015	ϑ Leonis	37 49
529	,, ,, 6	33 2	Pollux	0,010	0,9542	9,0458	0,001	40 Lyncis	15 17
529a	,, ,, 6	34 25	Pollux	0,011⌢	1,0946 :	8,9054 :	0,001	38 Lyncis	14 28
530	,, ,, 6	35 49	Regulus	0,013	0,0409	9,9591	0,015	Pollux	37 49
534	,, ,, 7	57 42	Capella	0,081	0,7544	9,2456	0,000⌢	γ Ursae maj.	13 36
535	,, ,, 7	10 10	γ Ursae maj.	0,000	9,5936	0,4064	0,022⌢	Pollux	42 46
536	,, ,, 27	33 2	β Leonis	0,010	0,5054	9,4946	0,009	ϑ Leonis	32 6
537	,, ,, 27	51 9	Pollux	0,049⌢	1,0241	8,9759	0,060⌢	ϰ Geminorum	53 42
538	,, ,, 27	33 22	β Leonis	0,010⌢	0,7277	9,2723	0,031	β Virginis	46 0
539	,, ,, 27	34 33	β Leonis	0,011⌢	0,1517	9,8483	0,000	γ Ursae maj.	9 51
540	,, ,, 27	15 23	γ Ursae maj.	0,001	0,5506	9,4494	0,022	ο Ursae maj.	42 34
541	,, Mai 12	19 26	γ Ursae maj.	0,003	0,5150	9,4850	0,033⌢	ϰ Ursae maj.	46 52
542	,, ,, 12	22 38	γ Ursae maj.	0,004	0,3928	9,6072	0,046	ι Ursae maj.	50 13
543	,, Juni 6	47 5	β Leonis	0,034	9,1470	0,8530	0,027	Wega	44 20
544	,, ,, 6	49 50	β Leonis	0,044	0,5847	9,4153	0,048⌢	ζ Virginis	50 53

Ad Nr. 518 Farbe wenig störend. 519 u. 520 Anscheinend rein, doch nicht völlig unverdächtig. Flammen: dennoch Beobb. gut nach d. unmittelb. Urtheil. 521 Pr. flammt stark. 522 u. 523 * * flammen heute stark: zuletzt genirt 𝔊. 524—527 Anfangs nicht ganz unverdächtig. Starker Wind. 526 Der heftige Wind stört. 527 Auge ermüdet. 528—530 Umstände ähnlich wie Apr. 4. — 𝔊. 528 R. etw. unruhig. Starker Unterschied d. Mess. auf den 2 Seiten. 529 40 L. unruhig. 529a Nur Eine Einstellung 530 Ruhiges Licht. 534 u. 535 Anfangs noch ein wenig verdächtig. 535 Stellung unbequem. 536—540 Um ⊙ Untergang etw. streifig. Später nichts Verdächtiges. 536 Stellung unbequem. Geht schwer. 537 P. unruhig, ϰ kleines ⅃, auch etw. unruhig. 538 Licht von unten stört. 540 Auge ermüdet. 541 u 542 Nacht klar, * * funkelnd. 𝔊-Schein genirt. Stellung etw. unbequem. 543 und 544 Vollkommen klar. — 𝔊. — 543 Beide unruhig, besond. W.

545	1859	Juni	28	22°	57′	α Coronae	0,004	0,0932 :	9,9068 :	0,135	β Leonis	64°	29′
546	„	„	28	65	51	λ Ursae maj.	0,148^	9,4964	0,5036	0,033	γ Ursae maj.	46	39
547	„	„	28	15	20	Wega	0,001	0,7893	9,2107	0,008	α Coronae	30	50
548	„	„	28	50	40	α Serpentis	0,047^	0,3496	9,6504	0,051^	ε Serpentis	51	38
549	„	Juli	1	38	48	Arcturus	0,016	9,8871	0,1129	0,005	Wega	25	18
550	„	„	1	43	11	12 Canum ven.	0,023^	0,1929 :	9,8071 :	0,100^	ε Virginis	60	28
551	„	„	1	29	24	α Coronae	0,007	0,3853	9,6147	0,031^	α Serpentis	46	11
552	„	„	1	35	34	α Ophiuchi	0,012^	0,2206	9,7794	0,053	γ Ursae maj.	52	4
553	„	„	1	54	45	γ Ursae maj.	0,066	9,8559 :	0,1441 :	0,065	γ Cassiopejae	54	33
554	„	„	2	42	24	Deneb	0,022	9,5620	0,4380	0,016	Arcturus	39	7
555	„	„	2	41	45	Arcturus	0,020^	0,9947	9,0053	0,021	12 Canum ven.	42	5
556	„	„	2	47	32	γ Ursae maj.	0,036	0,0159	9,9841	0,007	β Ursae min.	30	7
557	„	„	2	50	9	γ Ursae maj.	0,045^	9,5023	0,4977	0,009^	Deneb	32	29
558	„	„	2	50	55	Arcturus	0,049	0,7328	9,2672	0,012^	α Ophiuchi	35	35
559	„	„	3	24	39	Wega	0,005	0,1161	9,8839	0,016^	Arcturus	39	21
560	„	„	3	36	28	α Ophiuchi	0,013^	0,7737	9,2263	0,007	γ Herculis	29	24
561	„	„	3	28	49	α Coronae	0,007	0,3569	9,6431	0,139	β Librae	63	58
562	„	„	3	31	50	α Coronae	0,009	0,9099	9,0901	0,005	μ Bootis	26	9
563	„	„	3	51	38	Arcturus	0,051^	0,1775	9,8225	0,033^	Attair	46	53
564	„	„	6	26	57	β Herculis	0,006	9,9985	0,0015	0,026^	α Serpentis	44	16
565	„	„	6	35	35	α Ophiuchi	0,012^	0,7345	9,2655	0,017	72 Ophiuchi	39	45
566	„	„	6	47	10	Attair	0,035	0,5515	9,4485	0,010	α Coronae	33	21
567	„	„	6	44	46	Attair	0,027^	0,9469	9,0531	0,022^	γ Aquilae	42	43
568	„	„	7	20	13	Wega	0,003	1,0461	8,9539	0,000	γ Draconis	10	15
569	„	„	7	29	4	α Coronae	0,007	0,4169	9,5831	0,006	β Herculis	28	4
570	„	„	7	42	25	Polarstern	0,022	0,3685	9,6315	0,000	β Draconis	4	41
571	„	„	7	35	55	α Coronae	0,013	0,4457	9,5543	0,024	γ Aquilae	43	17
572	„	„	13	47	28	γ Ursae maj.	0,036	0,0761	9,9239	0,000	γ Draconis	8	29

Ad Nr. 545—548 Sehr schöne Nacht, dennoch Beobb. etwas schwer gegangen. 545 β L. ziemlich unruhig. 546 λ nicht ganz ruhig. 549—553 Gute Umstände. 550 Starke Differenz auf beiden Seiten d. Bildes. 553 Auge ermüdet: Stellung etw. unbequem. 554—558 Gute Umstände. 554 Farbe etw. hinderlich. 556 Unbequeme Stellung. 559—563 Normale Umstände, * * ruhig. 559 Farbe stört nicht. Unterschied auf d. 2 Seiten etw. gross. 562 Δ klein. Laterne stört. 563 Farbe stört nicht: ruhiges Licht. 564—567 Anfangs Bildung, dann Wiederauflösung von Wolken. 565 Hier am ersten Verdacht weg. Wolken — Identität des * nachträglich festgestellt. 566 * * etw. unruhig. 568—571 Luft klar, vielleicht etw. wässerig. 568 Schwierig wegen gross. Unterschieds. 570 Identität nachträglich festgestellt. 572—574 Nicht vollk. unverdächt. Vollmond erschwert die Beobb.

Nr.	Datum.			z	Name d. Sternes.	φ z	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φ z	Name d. Sternes.	z
573	1859	Juli	13	35° 33'	α Ophiuchi	0,012⌢	0,4504	9,5496	0,003	γ Lyrae	20° 57'
574	,,	,,	13	44 53	Attair	0,028	9,7916 :	0,2084 :	0,065	Arcturus	54 35
575	,,	,,	17	14 19	Wega	0,001	0,9472	9,0528	0,009	α Coronae	31 54
576	,,	,,	17	43 49	γ Aquilae	0,025⌢	9,2068	0,7932	0,006	Deneb	27 47
577	,,	,,	17	55 13	ε Serpentis	0,068	9,3110	0,6890	0,017	α Coronae	39 57
578	,,	,,	17	15 39	γ Lyrae	0,001	9,5450	0,4550	0,016	α Ophiuchi	39 20
579	,,	,,	31	53 33	α Serpentis	0,060	9,5955	0,4045	0,014	α Ophiuchi	36 59
580	,,	,,	31	49 32	β Serpentis	0,043	9,3322	0,6678	0,023	α Coronae	43 1
581	,,	,,	31	41 13	α Ophiuchi	0,019⌢	0,4947	9,5053	0,015⌢	γ Aquilae	38 24
581a	,,	,,	31	43 10	α Ophiuchi	0,023⌢	0,7845 :	9,2155 :	0,037	γ Herculis	47 50
582	,,	,,	31	45 19	α Ophiuchi	0,029	0,4529	9,5471	0,037	β Herculis	47 35
583	,,	,,	31	38 26	γ Aquilae	0,015⌢	0,0512	9,9488	0,003	β Lyrae	21 23
583a	,,	Aug.	2	42 21	Polarstern	0,022	0,3855 :	9,6145 :	0,000	β Draconis	5 51
584	,,	,,	2	42 15	Polarstern	0,021⌢	0,2379	9,7621 :	0,000	γ Draconis	8 54
585	,,	,,	2	41 56	α Coronae	0,021	0,4497	9,5503	0,001	γ Lyrae	15 56
586	,,	,,	3	35 44	α Ophiuchi	0,013	9,2879	0,7121	0,053	Arcturus	52 5
587	,,	,,	3	36 25	α Ophiuchi	0,013⌢	0,5195	9,4805	0,044	β Ophiuchi	49 46
587a	,,	,,	3	37 6	α Ophiuchi	0,014	0,8093 :	9,1907 :	0,016	72 Ophiuchi	38 49
587b	,,	,,	3	41 33	α Coronae	0,020	0,9302 :	9,0698 :	0,004	η Herculis	22 47
587c	,,	,,	3	43 6	α Coronae	0,023	0,6870 :	9,3130 :	0,006	ε Herculis	26 51
588	,,	,,	3	39 54	α Ophiuchi	0,017	0,1259	9,8741	0,028	α Coronae	45 2
589	,,	,,	3	37 32	β Ursae min.	0,014⌢	9,4819	0,5181	0,001	Deneb	15 5
590	,,	,,	3	13 36	Wega	0,000⌢	0,4982	9,5018	0,000	Deneb	12 33
591	,,	,,	7	37 43	α Coronae	0,015	0,6869	9,3131	0,003	η Herculis	18 57
592	,,	,,	7	42 48	α Coronae	0,022⌢	0,8019	9,1981	0,005⌢	ε Herculis	26 35

Ad Nr. 574 * * unruhig, Farbe stört. 575—578 Gute Umstände, ☾ stört wenig. 576 Schwierig weg. grossen Unterschieds bei schwachem Licht auf dem hellen Grunde. 579—583 Prachtvolle Nacht, vielleicht etw. feucht. Beobb. gehen nicht leicht. 579 Stellung nicht bequem. 580 Nur je 2 Einstell. auf jeder Seite. 581a desgl. nur Eine als Verification zu 560. 583a—585 Wolken, besonders nach dem Schluss, in Bildung u. Wiederauflösung. 583a Nur Eine Einstellung auf jeder Seite: Verific. zu 570. 584 Für γ Dr. Gewicht d. Beob. gesetzt ½. 586—590 Normale Umstände. 586 * * etw. unruhig. 587a, b, c Nur je Eine Einstell. auf jeder Seite. 588 Diese Messung gemacht, weil mir bei den beiden vorhergehenden Gemma im Rohr etw. schwach erschien. 590 * * sehr ruhig. 591—596 Normale Umstände. Anfangs ☾-Schein. 591 Stellung unbequem.

593	1859	Aug.	7	46°	35′	α Coronae	0,033	0,4344	9,5656	0,009^	δ Herculis	32° 31′
594	„	„	7	43	46	α Ophiuchi	0,025	0,7582	9,2418	0,011	ε Herculis	34 10
595	„	„	7	47	4	α Ophiuchi	0,034	0,7260	9,2740	0,013^	η Herculis	36 30
596	„	„	7	49	36	α Ophiuchi	0,043^	0,5326	9,4674	0,023^	δ Herculis	43 8
597	„	„	8	47	49	α Ophiuchi	0,037	0,8149	9,1851	0,008^	ξ Herculis	31 22
597a	„	„	8	49	18	α Ophiuchi	0,042^	1,0347 : :	8,9653 : :	0,009^	ν Herculis	32 12
598	„	„	8	51	51	α Ophiuchi	0,052^	0,7011	9,2989	0,011^	ο Herculis	34 34
599	„	„	8	56	50	α Ophiuchi	0,076	0,8934	9,1066	0,013^	ϑ Herculis	36 21
600	„	„	8	46	17	Attair	0,032	0,5054	9,4946	0,011	α Andromedae	34 3
601	„	Oct.	30	58	19	Attair	0,085	0,7962	9,2038	0,024	ε Pegasi	43 20
602	„	„	30	29	51	Deneb	0,007	0,7384	9,2616	0,030	ε Pegasi	45 41
603	„	„	30	31	11	α Persei	0,008	9,7838	0,2162	0,012	Deneb	34 52
604	„	Nov.	3	44	51	Attair	0,028	0,8595	9,1405	0,016	ε Pegasi	39 1
605	„	„	3	38	33	Wega	0,015^	0,8008	9,1992	0,041	α Persei	49 2
606	„	„	3	39	56	ε Pegasi	0,017	9,3558	0,6442	0,002	Deneb	18 1
607	„	„	3	42	58	β Cygni	0,023	0,0327	9,9673	0,028	γ Lyrae	45 6
608	„	„	13	63	34	α Ophiuchi	0,126	9,9054 :	0,0946 :	0,006^	γ Cassiopejae	28 33
609	„	„	13	49	19	γ Aquilae	0,042	0,3116	9,6884	0,017^	γ Sagittae	40 14
610	„	„	14	45	1	ε Pegasi	0,028	9,6791	0,3209	0,003	α Andromedae	21 1
611	„	„	21	57	55	Attair	0,082^	9,7975	0,2025	0,082	Capella	57 50
612	„	„	21	34	37	α Pegasi	0,041^	0,2647 :	9,7353	0,032	ε Pegasi	46 16
613	„	„	21	36	51	α Pegasi	0,014	1,2865	8,7135	0,013	Anonyma Pegasi. (Piazzi XXI 321 ?)	36 10
614	„	„	21	42	13	Deneb	0,021^	0,3098	9,6901	0,044	β Aurigae	49 47
615	„	„	22	55	57	γ Aquilae	0,072	0,0769	9,9231	0,112	ϑ Aquilae	61 59
616	„	„	22	54	32	Wega	0,064^	0,0859	9,9141	0,056	Capella	52 47
617	„	„	22	57	55	γ Lyrae	0,082^	9,4414	0,5586	0,076	β Aurigae	56 47
618	„	„	22	38	5	Deneb	0,015	0,5946	9,4054	0,010	β Arietis	32 50

Ad Nr. 597—600 Unten geringe Wolkenspuren. 597a Eine einzige Einstellung. 601—603 Dunstige Luft, etw. verdächt. 604—607 Umstände wenig besser. 608 · 609 Kalt. Himmel etw. dunstig u. matt. Zuletzt im ☾-Schein dunstige Wolken kennbar. 608 Etw. unruhig, „Beob. etw. gewagt". 609 Schwaches Licht. 610 Aehnliche Umstände wie gestern. α flammt. ε etw. röthlich. 611—614 Nebeldunstig in den Strassen: Feuchte Luft. * * klar u. glänzend. 611 Flammen um die Wette. 612 Einzelne Einstell. differiren stark. Gew. für α gesetzt ½. 613 Schwierige Beob. 614 Licht ruhig. Auge ermüdet. 615—618 Schön klar. In den Strassen Luft Anfangs wenig dunstig, zuletzt etwas mehr. 615 Schwaches Licht. 616 Beide unruhig. Farbe stört wenig. 617 Licht schwach, aber ruhig genug. 618 β Ar. genommen statt α, welcher beob. werden sollte.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z
619	1860 Jan. 10	17° 7'	γ Cassiopejae	0,001	9,8995	0,1005	0,013^	β Aurigae	36° 25'
620	„ Febr. 17	50 36	ζ Orionis	0,047^	9,8817	0,1183	0,021	γ Orionis	42 2
621	„ „ 17	50 10	ζ Orionis	0,046	0,4930	9,5070	0,063	ι Orionis	54 11
623	„ März 1	51 0	ζ Orionis	0,049	9,5509	0,4491	0,029^	Procyon	45 32
624	„ „ 1	52 2	ζ Orionis	0,053	0,1772	9,8228	0,091^	ϰ Orionis	59 11
625	„ „ 1	53 19	ζ Orionis	0,058^	9,8601	0,1399	0,053	Regulus	52 3
626	„ „ 11	54 54	ζ Orionis	0,066^	0,6626	9,3374	0,027	λ Orionis	44 29
627	„ „ 11	50 24	Aldebaran	0,046^	0,1040	9,8960	0,010^	β Tauri	33 39
628	„ „ 20	50 24	γ Orionis	0,046^	0,1526	9,8474	0,018^	α Persei	40 47
629	„ „ 20	58 7	ζ Orionis	0,084	0,1830	9,8170	0,072^	γ Cassiopejae	56 7
630	„ „ 20	61 19	ζ Orionis	0,107	0,7098	9,2902	0,128^	η Orionis	63 49
631	„ „ 20	42 42	β Tauri	0,022^	0,1372	9,8628	0,046^	α Persei	50 24
632	„ April 16	75 24	Aldebaran	0,276	9,3796:	0,6204:	0,067	Arcturus	54 57
633	„ „ 16	47 43	β Aurigae	0,037	0,0909	9,9091	0,012^	β Leonis	35 25
634	„ „ 16	50 55	β Aurigae	0,049	0,2768	9,7232	0,068	ϑ Aurigae	55 15
638	„ Mai 4	51 28	Pollux	0,051	0,2808	9,7192	0,010	β Leonis	32 48
639	„ „ 6	58 24	β Aurigae	0,086	0,1293	9,8707	0,000	γ Ursae maj.	6 21
640	„ „ 6	34 5	β Leonis	0,011	0,6915	9,3085	0,027	ο Leonis	44 32
641	„ „ 6	61 9	Pollux	0,105	9,4563	0,5437	0,099	Wega	60 14
642	„ „ 17	68 17	Capella	0,173	9,8585	0,1415	0,119	Wega	62 44
643	„ „ 17	32 7	Arcturus	0,009	0,4312	0,5688	0,046	Regulus	50 20
644	„ „ 17	64 44	α Geminorum	0,137^	0,4541:	9,5459:	0,000	12 Canum ven.	10 3
645	„ „ 17	44 29	ϑ Leonis	0,027	0,3232	9,6768	0,035	ι Leonis	47 14

Ad Nr. 619 Umstände nicht befriedigend. Nach ☾-Aufgang erscheint der Himmel hoch hinauf dunstig u. streifig. Doch war Milchstrasse klar, Licht gut, Stellung bequem. 620 u. 621 Umstände nicht ganz befriedigend, besonders bei 621. — Anfangs Feld etw. hell. 621 * * bei ι stören etwas. 623—625 Schön klar bis tief hinab. Etwas feucht. 623 Beide etw. unruhig. 624 ϰ ziemlich unruhig. 626 u. 627 Luft vorzüglich, aber Instrument nicht ganz in Ordnung. 627 Farbe stört. 628—631 Luft vorzüglich klar, vielleicht etw. feucht. * * weit hinab sehr schön. Instrument wieder in Ordnung. 629 Wind hat sich erhoben. 632—634 Umstände günstig. 632 Ald. flammt stark. Farbe gut. 633 Ruhiges Licht. 634 Nicht vollk. ruhig. 638 Etw. verdächtig. 639—641 Umstände zieml. günstig. 641 Licht, besonders von P. unruhig. 642—646 Umstände nicht sehr befriedigend. 642 Heftiges Flammen. 643 R. nicht ganz ruhig. 644 Gegend von α G. nicht ganz unverdächtig. 645 Schwierig weg. schwachen Lichts.

646	1860	Mai	17	59°	15′	Spica	0,092	9,6119	0,3881	0,041	Wega	48°	59′
649	„	„	18	61	28	Pollux	0,108	0,3192	9,6808	0,024	Polarstern	43	17
650	„	„	18	37	13	β Leonis	0,014	0,4358	9,5642	0,137	δ Corvi	64	39
651	„	„	18	68	34	Pollux	0,166	9,9055 :	0,0945 :	0,157^	Deneb	66	44
653	„	„	22	73	56	Capella	0,248	0,1027 :	9,8973 :	0,087	Spica	58	34
654	„	„	22	41	15	β Leonis	0,019^	0,2616	9,7384	0,000	12 Can. ven.	13	20
655	„	„	22	60	0	Spica	0,097	0,4677	9,5323	0,030	β Leonis	45	35
661	„	Juni	5	68	0	Regulus	0,170	9,9264	0,0736	0,030	Deneb	45	43
662	„	Juli	7	73	45	Spica	0,245	9,9570 :	0,0430 :	0,017	Deneb	39	43
663	„	„	7	35	41	α Ophiuchi	0,013	0,5059 :	9,4941 :	0,208	2 α Librae	71	18
664	„	„	7	35	28	α Ophiuchi	0,012^	0,3311	9,6689	0,136	β Librae	64	37
665	„	„	7	52	6	Arcturus	0,053^	0,9188	9,0812	0,021	ε Bootis	41	51
666	„	„	8	72	21	Spica	0,223	9,8434 :	0,1566 :	0,076	Attair	56	46
667	„	„	8	35	40	α Ophiuchi	0,013	0,3416	9,6584	0,033	12 Canum ven.	46	41
668	„	„	8	28	57	β Bootis	0,007	9,0033	0,9967	0,008	Deneb	30	50
669	„	„	8	53	1	Arcturus	0,057	0,7277	9,2723	0,022	Polarstern	42	20
670	„	„	8	45	57	ε Bootis	0,031	9,9140	0,0860	0,072	γ Ursae maj.	55	57
670a	„	„	8	48	48	34 Bootis	0,040^	8,6822 :	1,3178 :	0,080	γ Ursae maj	57	29
671	„	„	9	39	15	Arcturus	0,016	9,8904	0,1096	0,005	Wega	24	45
672	„	„	9	33	47	ε Bootis	0,011	9,9752 :	0,0248 :	0,209	β Leonis	71	22
673	„	„	9	35	29	α Ophiuchi	0,012^	0,6579	9,3421	0,000	π Herculis	11	24
674	„	„	9	35	36	α Ophiuchi	0,012^	0,9928	9,0072	0,000	ε Herculis	12	3
675	„	„	9	36	26	α Ophiuchi	0,013^	0,9007	9,0993	0,001	ϱ Herculis	14	7
676	„	„	15	35	34	α Ophiuchi	0,012^	9,6575	0,3425	0,011^	Deneb	34	4
677	„	„	15	52	6	12 Can. ven.	0,053^	0,1657	9,8343	0,003	γ Lyrae	20	21
678	„	„	15	54	53	12 Can. ven.	0,066^	1,2498	8,7502	0,003	λ Lyrae	18	59
679	„	„	15	58	55	12 Can. ven.	0,089^	0,0229	9,9771	0,000	δ Cygni	12	47

Ad Nr. 646 Unruhig, besond. Sp. — Stellung unbequ. 649—651 Aehnlich, wie gestern, vielleicht etw. besser. 649 Pollux flammt. Helles Feld stört 650 Unruhig, besonders δ. 651 Flammen. Gewicht ½ nach d. unmittelb. Urtheil. 653—55 Feucht. Nicht ganz befried. Umstände, aber nichts eigentlich Verdächtiges 653 Flammen beide, besonders C. heftig. 654 Beide unruhig. 655 Sp. leidlich ruhig. 661 Unruhiges Licht: auch verdächt. weg Wolkenbildung. 662—665 Umstände zieml. normal. 662 Sp. nicht ganz ruhig. 663 Auge etw. geblendet. 665 Etwas unruhig 666—670a Umstände Anfangs anscheinend normal, zuletzt ausgebreitete Wolkenbildung. 666 Beide sehr unruhig. 667 12 Can ins Feld bekommen statt ε Virginis. 668 Stellung unbequem. Schwer weg Kleinh. des Δ. 670a Sehr unsicher; ganz kleines Δ. 671—675 Umstände ähnlich wie gestern, zuletzt wieder Wolkenbildung. 671 Farbunterschied stört. A. unruhig. 672 Heller Grund stört: β stark unruhig. 674 Schwierig weg. schwachen Lichts. 676—680 Abend schön, doch stark feucht. Umst. kaum ganz normal: Beob. gehn etw. schwer. 677 Schwierig weg. Kleinheit des Δ.

Nr.	Datum.			z		Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z	
680	1860	Juli	15	40°	55'	72 Ophiuchi	0,019	0,2992	9,7008	0,036	ι Ophiuchi	47°	30'
681	"	"	21	48	42	Arcturus	0,040	0,8156	9,1844	0,083	γ Cassiopejae	58	0
682	"	"	21	35	18	α Coronae	0,012	0,7443	9,2557	0,051	ε Serpentis	51	34
683	"	"	21	38	37	α Coronae	0,015^	0,4187	9,5813	0,006	δ Herculis	26	41
684	"	"	21	15	40	γ Lyrae	0.001	0,5015	9,4985	0,000	ε Lyrae	8	48
685	"	Aug.	8	41	55	ζ Ursae maj.	0,021	9,6787	0,3213	0,006	Deneb	22	14
686	"	"	8	39	19	72 Ophiuchi	0,016	9.7355	0,2645	0,017	γ Aquilae	40	7
687	"	"	8	20	35	γ Lyrae	0,003	9,7565	0,2435	0,000	γ Draconis	12	50
688	"	"	8	21	49	Wega	0,003	0,8634	9,1366	0,025	α Ophiuchi	43	51
689	"	"	8	46	48	α Ophiuchi	0,033^	0,3482	9,6518	0,027	ε Pegasi	44	24
691	"	"	25	39	39	Attair	0,017	0,5094	9,4906	0,023	γ Cassiopejae	42	53
692	"	"	25	39	31	γ Cassiopejae	0,016^	0,1585	9,8415	0,001	α Cephei	16	3
693	"	"	25	35	43	γ Cassiopejae	0,013	0,3867	9,6133	0,003^	β Cephei	22	32
694	"	"	25	57	32	α Ophiuchi	0,080	0,1192	9,8808	0,018	α Pegasi	40	33
695	"	"	25	33	59	Wega	0,011	0,8224	9,1776	0,019	Polarstern	41	1
696	"	Sept.	12	25	58	ξ Draconis	0,005	9,1397	0,8603	0,014^	γ Cassiopejae	37	22
697	"	"	12	60	46	β Herculis	0,102	9,6935	0,3065	0,001	α Cephei	13	57
698	"	"	12	9	42	Deneb	0,000	0,9068	9,0932	0,014	ϑ Cassiopejae	37	5
699	"	"	12	40	55	Polarstern	0,019	9,6197	0,3803	0,001	Deneb	13	50
699a	"	"	12	16	57	Deneb	0,001	0,8272:	9,1728:	0,009	ε Cassiopejae	32	5
700	"	"	12	42	37	α Persei	0,022	0,0923	9,9077	0,027	β Persei	44	31
701	"	"	13	21	9	γ Lyrae	0,003	0,4870	9,5130	0,006	ϑ Herculis	27	17
702	"	"	13	24	23	γ Lyrae	0,004^	0,3297	9,6703	0,012	ο Herculis	34	50
703	"	"	13	27	56	γ Lyrae	0,006	0.3864	9,6136	0,017	ξ Herculis	39	54
704	"	"	13	30	53	γ Lyrae	0,008	0,6500	9,3500	0,021^	ν Herculis	42	14

Ad Nr. 681—684 Anfangs schön, zuletzt Wolkenbildung. 682 Schwierig weg. schwachen Lichts. 684 Beide * * von ε zusammen gemessen. Wolkenbildung. 685—689 Himmel zuletzt im ☾-Schein von etw. mattem Glanz des Grundes. * * zieml. ruhig. 689 ε P. entschieden röthlich. *ad 691—721 An diesen Beobb. hat Prof. Leonhard, der in den Ferien anwesend war, wieder Antheil genommen.* 691—695 ☾ stört etwas. Umstände nicht vollkommen unverdächtig. 696—700 Umstände ziemlich normal. 699a Nur zwei Einstell. auf jeder Seite. 701—706 Umstände ziemlich gut. Feuchte Luft. * * etwas unruhig, selbst die kleinen. 704 Sehr schwierig weg. Kleinheit des Δ.

705	1860 Sept. 13	62°	58′	α Ophiuchi	0,121	9,8242:	0,1758:	0,052⌃	α Persei	51°	52′
706	„ „ 13	58	24	α Draconis	0,086	9,5981	0,4019	0,003⌃	β Cephei	22	27
707	„ „ 14	19	48	γ Lyrae	0,003	0,2020	9,7980	0,001	η Cephei	14	49
708	„ „ 14	24	43	γ Lyrae	0,005	0,2688	9,7312	0,002	ζ Cephei	17	49
709	„ „ 14	28	31	γ Lyrae	0,006⌃	0,2079	9,7921	0,003	ι Cephei	21	46
710	„ „ 14	53	7	α Persei	0,057⌃	0,1139	9,8861	0,072⌃	β Persei	56	7
711	„ „ 14	37	31	Wega	0,014⌃	0,3365	9,6635	0,039⌃	Attair	48	27
712	„ „ 23	17	29	α Cephei	0,001⌃	0,2657	9,7343	0,004	β Cephei	24	14
713	„ „ 23	42	42	α Andromedae	0,022⌃	0,2172	9,7828	0,001	α Cephei	14	34
714	„ „ 23	39	30	α Pegasi	0,016⌃	9,8914	0,1086	0,009	γ Cassiopejae	32	18
715	„ „ 23	53	13	β Persei	0,058	0,0052	9,9948	0,006	γ Cassiopejae	27	48
716	„ „ 23	49	20	β Persei	0,042	9,9565	0,0435	0,034	α Persei	47	1
717	„ „ 24	18	14	Wega	0,002	1,0007	8,9993	0,001⌃	α Cephei	17	32
718	„ „ 24	46	37	α Andromedae	0,033⌃	9,2246	0,7754	0,003	Wega	21	32
719	„ „ 24	24	29	Wega	0,004⌃	0,5173	9,4827	0,000	Deneb	3	20
720	„ „ 24	58	4	α Persei	0,083⌃	9,4775	0,5225	0,022	Attair	42	24
721	„ „ 24	55	20	α Persei	0,069	0,2444	9,7556	0,001	α Cephei	13	51
722	„ Oct. 23	35	25	Wega	0,012⌃	0,5107	9,4893	0,000	Deneb	11	58
723	„ „ 23	38	27	Wega	0,015⌃	0,4876	9,5124	0,001	Deneb	14	59
724	„ „ 23	41	8	Wega	0,019⌃	0,4991	9,5009	0,002	Deneb	17	41
725	„ „ 23	43	38	Wega	0,025	0,5403	9,4597	0,003	Deneb	20	13
726	„ „ 23	41	29	α Persei	0,020	0,0904	9,9096	0,003	γ Cassiopejae	20	12
727	„ Nov. 2	43	12	Attair	0,023⌃	9,6510:	0,3490:	0,007	Wega	29	2
728	„ „ 2	54	40	Attair	0,065	9,6441:	0,3559:	0,029	Wega	45	19
729	„ „ 2	56	24	Attair	0,074	9,6292:	0,3708:	0,035	Wega	47	13

Ad Nr. 705 Flammen beide sehr stark. 706 Auge ermüdet. 707—711 Hin und wieder Wolken in Bildung und Wieder-Auflösung. 710 Weiter abwärts etwas dunstig. 711 Farbe stört etwas. 712—716 Umstände ziemlich normal, Firmament nach ☾-Unterg. sehr glänzend Doch gehen Beobb etwas schwer. 712 Flammen u. ☾ stören. 714 Dessgl 715 Beide unruhig; Stellung unbequem 717--721 Günstige Umstände, doch folgender Morgen etw. bewölkt. NB. Heute die Lichtflächen der helleren * * durch □ Schuber stark verkleinert. 718 Beide unruhig, bes. α Andr. 720 α Pers. sehr unruhig 721 Dessgl. **722 ff.** *Von jetzt an wieder Sdl. allein.* 722—726 Umstände nicht die besten, doch nichts eigentl. Verdächtiges. Ocular beschlägt 722 u. 725 sind gemacht bei voller, 723 bei mittlerer, 724 bei kleiner Verschiebung der Objectiv-Schlitten. 727—729 Luft etw. dunstig, dazwischen selbst Nebel, daher die Messungen zunächst als Differential-Beobb. zu betrachten. 727 u. 729 bei voller, 728 bei kleiner Verschiebung.

Nr.	Datum.	z	Name d. Sternes.	φz	Log. des beobacht. Helligkeitsverhältn.		φz	Name d. Sternes.	z
730	1860 Nov. 4	53° 51'	Attair	0,061	9,6606 :	0,3394 :	0,027	Wega	44° 20'
731	„ „ 4	55 48	Attair	0,071	9,6275 :	0,3725 :	0,033	Wega	46 33
732	„ „ 4	49 18	Wega	0,042	0,4005 :	9,5995 :	0,085	Attair	58 19
733	„ „ 4	52 22	Wega	0,054^	0,7795 :	9,2205 :	0,003	α Andromedae	20 52
734	„ „ 4	35 15	α Pegasi	0,012	0,2498 :	9,7502 :	0,039	ε Pegasi	48 25
735	„ „ 4	35 51	Deneb	0,013	0,5014	9,4986	0,010^	α Arietis	33 36
736	„ „ 5	66 57	α Ophiuchi	0,159^	9,2518	0,7482	0,147	Capella	65 39
737	„ „ 5	18 47	Deneb	0,003	9,5135	0,4865	0,021^	Wega	42 13
738	„ „ 5	55 1	Attair	0,067	0,1518	9,8482	0,003	Deneb	22 18
739	„ „ 5	39 11	α Arietis	0,016	0,0566	9,9434	0,011	α Pegasi	34 16
740	„ „ 5	55 34	Wega	0,070	0,0864	9,9136	0,052	Capella	51 50
741	„ „ 10	42 23	α Persei	0,022	0,4793	9,5207	0,026^	β Persei	44 15
	7h. 28' M. M Z.								
741a	„ „ 10	49 45	Wega	0,044	0,3824 :	9,6176 :	0,088	Attair	58 44
742	„ „ 15	41 15	α Persei	0,019^	1,0581	8,9419	0,005	η Persei	26 1
743	„ „ 15	37 43	α Persei	0,015	0,9208	9,0792	0,003	υ Persei	21 31
744	„ „ 15	35 6	α Persei	0,012	0,0860	9,9140	0,013	β Persei	36 19

Ad Nr. 730—735 Umstände nicht sehr gut, zuletzt, nach ☾-Aufg., ausgebreitete Trübung sichtbar. Ocular beschlägt oft. 730 Kleine, 731 und 732 volle Verschiebung. 734 Laterne stört. 735 Auge ermüdet. 736 740 Heute viel besser, nur * * etw unruhig. Ocular beschlägt. 736 Beide unruhig, besonders C. 737 Stellung unbequem. Farbunterschied. Volle Verschiebung. 738 A. am Himmel unruhig, im Rohr zieml. ruhig. 740 Beide unruhig, besonders C. 741 Algols-Minimum. Himmel kurz zuvor und bald darnach bezogen. 741a Beide unruhig, besonders A. Beob. unterbrochen durch rasche Trübung des Himmels. 742—744 Etwas dunstig. Nachher um sich greifende Wolkenbildung. 742 Schwaches Licht.

§. 4.

Unter den verschiedenen in den Beobachtungen vorkommenden Sternen sind bis jetzt die nachgenannten 72 in unser photometrisches Netz gezogen, indem jeder von ihnen wenigstens mit zwei anderen des Netzes verglichen ist:

(nach alphabetischer Ordnung der von Argelander aufgenommenen Sternbilder)

α Andromedae
γ Andromedae
α Aquilae (Attair)
γ Aquilae
α Arietis
β Arietis
α Aurigae (Capella)
β Aurigae
ϑ Aurigae
α Bootis (Arcturus)
β Bootis
ε Bootis
α Canis maj. (Sirius)
α Canis min. (Procyon)
12 Canum venaticorum
γ Cassiopejae
ε Cassiopejae
α Cephei
β Cephei
γ Cephei
α Coronae (Gemma)
α Cygni (Deneb)
β Cygni
δ Cygni
α Draconis
β Draconis
γ Draconis
α Geminorum (Castor)
β Geminorum (Pollux)
β Herculis
γ Herculis
δ Herculis
ε Herculis
η Herculis
ϑ Herculis
ν Herculis
ξ Herculis
ο Herculis
π Herculis
α Hydrae (Alphard)
α Leonis (Regulus)
β Leonis (Denebola)
ϑ Leonis
β Librae
α Lyrae (Wega)
γ Lyrae
α Ophiuchi (Ras Alhague)
β Ophiuchi
72 Ophiuchi
α Orionis (Beteigeuze)

β Orionis (Rigel)	α Scorpii (Antares)
γ Orionis (Bellatrix)	α Serpentis (Unuk)
ζ Orionis	ε Serpentis
κ Orionis	α Tauri (Aldebaran)
α Pegasi (Markab)	β Tauri
β Pegasi (Scheat)	γ Ursae majoris
γ Pegasi (Algenib)	ζ Ursae majoris
ε Pegasi	α Ursae min. (Polarstern)
α Persei	β Ursae min. (Kochab)
β Persei (Algol)	α Virginis (Spica)
α Piscis austr. (Fomalhaut)	ε Virginis (Vindemiatrix)

Es handelt sich zunächst darum, die wahrscheinlichsten Werthe für die Helligkeiten *dieser* Sterne zu ermitteln; dieselben sind, wegen der vielfachen Kreuzverbindungen des Netzes, in complicirter Weise von einander abhängig; sind sie erst gefunden, so ergeben sich dagegen die Werthe für die übrigen Sterne ganz einfach, indem man für jeden von ihnen den gefundenen Helligkeitsunterschied gegen den betreffenden Vergleichungsstern aus dem Netze hinzulegt zu dem Werthe für diesen letzteren. Als die aufzusuchenden Unbekannten sind nämlich (nach dem was früher gesagt wurde) zu betrachten die Logarithmen der Helligkeiten, welche die einzelnen Sterne, im Zenit gedacht, haben würden: die Einheit, nach welcher man diese Helligkeiten messen will, ist an und für sich willkürlich: ich werde als solche, eben so wie es in den Abhandlungen I und II geschehen ist, die Zenitalhelligkeit des hellsten Sterns der nördlichen Hemisphäre, Wega's der Leier, annehmen. Es ist klar, dass man, anstatt von den Verhältnissen der Zenitalhelligkeiten zu sprechen, auch von den Verhältnissen derjenigen Helligkeiten reden kann, welche den Sternen zukommen würden, wenn keine Atmosphäre die Erde umgäbe: denn in der Voraussetzung, zu welcher wir vorläufig ohnediess genöthigt sind, dass das Licht aller Sterne in gleichem Maasse extinguirt wird, sind die einen Verhältnisse den andern gleich.

Weil es meine Absicht war, auch die ältere *Extinctionstafel* einer Prüfung und, wenn nöthig, einer Verbesserung zu unterziehen, so machte ich mir für den Gang der Arbeit folgenden Plan. Es sollten zuerst für die Sterne des Netzes genäherte Werthe der Helligkeiten aus ihren mit Hilfe der alten Tafel reducirten Beobachtungen abgeleitet werden: ich wollte dann, diese Werthe einstweilen als die wahren ansehend, die Fehler ableiten, welche für die einzelnen Beobachtungen sich ergäben. Diese Fehler sollten nach den zwei Zenitdistanzen, welche bei jeder der betreffenden Beobachtungen stattfanden, eingetragen werden in eine Tafel doppelten Eingangs, die mir ein genügendes Material darbieten würde zur Untersuchung, ob in gewissen Gegenden der Tafel (d. h. bei gewissen Zenitdistanzen) ein Vorherrschen wahrzunehmen wäre entweder derjenigen Fehler, welche auf eine Verminderung oder derjenigen, welche auf eine Vergrösserung der Extinction des Lichtes in der betreffenden Zenitdistanz hinweisen würden[1]: zufolge dieser Untersuchung wollte ich die Extinctionstafel verbessern und die sämmtlichen Beobachtungen neu reduciren, und dann aus allen die wahrscheinlichsten Werthe für die Sternhelligkeiten herleiten, wie sie nach den Gleichungen, auf welche die Methode der kleinsten Quadrate führt, sich ergäben.

Aus der nachfolgenden Darlegung der wirklichen Durchführung der Arbeit ersieht man das Nähere über die einzelnen Theile derselben: zugleich auch die Aenderungen, welche der Plan selbst im Verlaufe der Arbeit in Einzelnem erlitten hat.

§. 5.

Zunächst ist zu erwähnen, dass wir für gut finden mussten, zur Gewinnung möglichst sicherer Resultate neben den oben aufgeführten

---

1) Analog der ähnlichen Methode, welche in der Abhandl. I für den ähnlichen Zweck dargelegt ist, für deren Anwendung mir aber gegenwärtig ein viel ausgebreiteteres Material vorliegt, als dort zur Disposition war.

bisher unpublicirten Beobachtungen auch diejenigen mitstimmen zu lassen, welche mit demselben Instrumente an demselben Ort früher erlangt worden sind, und welche sich in der öfter citirten „Abhandlung I" niedergelegt finden. Ich habe diesen ganz dasselbe Recht eingeräumt, wie den neueren Beobachtungen, und sie also mit den in Abh. I ihnen beigelegten Gewichten in die neue Untersuchung herübergenommen, — obgleich im Voraus einiger Grund da war, zu erwarten, dass die neueren Beobachtungen durchschnittlich etwas besser sein würden. Dabei wurden jedoch diejenigen alten Beobachtungen, in welchen Zenitdistanzen von mehr als 80° vorkommen, für die Ableitung der Helligkeitsverhältnisse der Sterne neuerlich nicht benützt (sondern nur für die Untersuchung der Extinction); ferner wurden ein paar Fehler berichtigt, die sich in der älteren Arbeit vorfanden, und in zwei Fällen glaubte ich sehr starken Grund zu haben, eine Verwechslung des Sternes, welcher durch die Gläser B hätte beobachtet werden sollen, mit einem andern vorauszusetzen, wesshalb hier ebenfalls eine Correction angebracht worden ist[1].

---

1) Die vorgenommenen Berichtigungen der früheren Arbeit bestehen in Folgendem: Im Tableau der Beobachtungsresultate (p. 29) Vergleichung Nr. 56 (Capella u. Wega) steht als Log. des Helligkeitsverhältnisses irrig 9 5814 und 0.4186 statt statt 9.6814 und 0 3186, — in Folge eines Schreibfehlers in der Reduction. — Ebenda ist Beob. Nr. 84 angenommen, dass der mit Rigel verglichene Stern (welcher in B stand) Capella war: es ist aber höchst wahrscheinlich statt ihrer β Aurigae beobachtet, dessen Distanz von Rigel nur um 0°,1 kleiner ist. Durch die Annahme dieser Verwechslung wird einer der exorbitantesten Fehler in den alten Beobb. auf einen sehr viel kleineren reducirt (Zenitdist. für β Aurigae ergibt sich $= 4°,1$ $\varphi z = 0$). — Aehnliche Bewandtniss hat es sehr wahrscheinlich mit der Beobachtung Nr. 82, wo mit Capella vermuthlich statt des Polarsterns γ Cephei verglichen worden ist; der Unterschied in der Distanz beträgt zwar hier 0°,7, aber bei der Grösse des Gesichtsfeldes, und weil der Nullpunkt nicht immer ganz berichtigt war, ist die Verwechslung sehr wohl möglich, deren Annahme wieder einen

Für die Sterne erster Grösse lagen mir angenäherte Werthe der Logarithmen ihrer relativen Lichtmengen beim Beginn der gegenwärtigen Arbeit schon vor. Ich hatte nämlich Anfangs Mai 1858 aus sämmtlichen bis dahin erlangten Vergleichungen derselben unter sich (mit den alten Beobachtungen zusammen 133 an der Zahl, und reichend bis zu Beob. N. 378 einschliesslich) nach der Methode der kleinsten Quadrate folgende Zahlen für sie hergeleitet (vgl. auch Abh. II p. 31):

log. Sirius =	0.6206		log. Beteigeuze =	9.5867
Wega . .	0.0000		Fomalhaut .	9.5259
Rigel . . .	9.9894		Aldebaran .	9.5244
Capella . .	9.9061		Regulus . .	9.5119
Arcturus . .	9.8948		Deneb . .	9.4798
Procyon . .	9.8427		Antares . .	9.4586
Attair . .	9.6813		Pollux . .	9.4578
Spica . . .	9.6810			

von welchen anzunehmen war, dass sie sich im Allgemeinen wenig von der Wahrheit entfernen würden [1]. Indem ich sie daher vorläufig als

---

ganz auffallenden Fehler zum Verschwinden bringt. (Für γ Cephei findet sich $z = 34°58'$ $\varphi z = 0.012$.) — Ferner ist das reducirte Resultat der Vergleich. Nr. 9 zwischen Polarstern u. Procyon: log. Polaris = 9.126 + log. Procyon, und nicht 9.224 wie p. 66 der Abh I in der Zusammenstellung der Beobb. des Polarsterns irrig steht. Dieser Fehler findet sich noch nicht in dem Tableau II p. 30 der Abhandlung.

1) Mehr im Detail die Ableitung obiger Zahlen darzulegen, wird unnöthig sein, weil die schliesslich gefundenen dermalen wahrscheinlichsten Zahlen sich immer in derselben Weise ergeben müssen, welche approximativen Werthe auch vorher benützt worden sein mögen. Was die Prüfung der Extinctionstafel durch die Ableitung der Fehler der einzelnen Beobachtungen anbetrifft, so hängt ihr Ergebniss allerdings von den dabei benützten vorläufigen Werthen für die Sternhelligkeiten einigermassen ab, aber einerseits ergibt die Vergleichung der obigen Werthe mit der definitiven in der That nur kleine Differenzen, andererseits würde selbst eine

richtig annahm, leitete ich für die übrigen Sterne des Netzes, und zwar zuerst für diejenigen, welche am häufigsten mit Sternen erster Grösse verglichen waren, genäherte Werthe dadurch ab, dass ich die Mittel (mit Rücksicht auf die angenommenen Gewichte der Beobachtungen) aus ihren verschiedenen Bestimmungen durch schon bekannte Sterne aufsuchte: in dem Maasse, als die Rechnung vorschritt, vergrösserte sich natürlich die Zahl der letzteren, und zugleich wurden die für sie erhaltenen Werthe fortwährend corrigirt. Zum Beispiel, als der erste approximative Werth für α Coronae berechnet wurde, lag noch kein solcher für α Ophiuchi vor, bei der Ableitung des Werthes für den letztern Stern wurden aber die beiden Vergleichungen Nr. 420 u. 588 mit α Coronae schon selbst mit zugezogen: nachdem aus diesen und aus den 5 (damals vorliegenden) directen Vergleichungen von α Ophiuchi mit Sternen erster Grösse für ihn ein Mittelwerth gezogen war, konnte dann gleich der Werth für α Coronae durch Zuziehung jener beiden Vergleichungen etwas verbessert werden. Auf diese Art wurden nach und nach immer mehr Sterne des Netzes zur Berechnung gezogen und zugleich, wo dazu Veranlassung sich ergab, die Werthe fortwährend corrigirt, während ich nur die für die Sterne erster Grösse angenommenen ungeändert beibehielt. (Die einzelnen Beobachtungen, welche für die Bestimmung eines jeden Sternes beigetragen haben, werde ich später, bei der Ableitung der definitiven Werthe, nach den Sternen zusammengestellt aufführen; ihre Reproduction aus dem Tableau des §. 3 am gegenwärtigen Platze ist unnöthig.) Durch dieses Verfahren erhielt ich vorerst folgende Zahlen für die Logarithmen der relativen Helligkeiten, log. Wega $=$ 0 gesetzt:

---

erhebliche Correction von einzelnen unter denselben bei der grossen Zahl der Sterne und der Beobachtungen, welche für jene Prüfung herbeigezogen worden sind, nicht im Stande sein, etwas an den Hauptresultaten derselben zu ändern.

log. α Andromedae =	9.184	log. β Leonis =	9.149
γ Andromedae .	9.030	ϑ Leonis . . .	8.628
γ Aquilae . . .	8.691	γ Lyrae . . .	8.659
α Arietis . . .	9.054	α Ophiuchi . .	9.153
β Arietis . . .	8.888	β Ophiuchi . .	8.684
β Aurigae . . .	9.244	γ Orionis . . .	9.401
ϑ Aurigae . . .	8.970	ζ Orionis . . .	9.338
12 Canum venat. .	8.879	$\varkappa$ Orionis . . .	9.202
γ Cassiopejae .	9.135	α Pegasi . . .	8.954
γ Cephei . . .	8.505	β Pegasi . . .	8.878
α Coronae . .	9.110	γ Pegasi . . .	8.839
β Cygni . . .	8.666	ε Pegasi . . .	8.807
β Draconis . .	8.697	α Persei . . .	9.224
γ Draconis . .	8.899	α Serpentis . .	8.785
α Geminorum .	9.385	ε Serpentis . .	8.456
β Herculis . .	8.725	β Tauri . . .	9.362
γ Herculis . .	8.390	γ Ursae majoris .	9.025
δ Herculis . .	8.614	ζ Ursae majoris .	9.175
ε Herculis . .	8.350	α Ursae minoris .	9.091
η Herculis . . .	8.414	β Ursae minoris .	8.968
α Hydrae . . .	9.015	ε Virginis . .	8.721

Einige der vorher aufgeführten Sterne, die jetzt dem Netze angehören, fehlen hier noch, weil sie zur Zeit, wo diese vorläufige Rechnung geführt wurde, noch nicht durch *mehrere* Vergleichungssterne bestimmt waren. Im Uebrigen wird man aus dem Zusammenhalt der vorstehenden Zahlen mit den später herzuleitenden definitiven finden, dass die Annäherung der ersteren schon sehr befriedigend ist: einigermassen bedeutend entstellt ist nur der Werth für δ Herculis (der definitive ist 8.667 anstatt 8.614), und zwar dadurch, dass ich zur Zeit seiner Ableitung die Beobachtung Nr. 326 (Vergleichung mit α Coronae) noch auf δ Herculis bezogen hatte, und mich nach den in dieser Be-

ziehung eingehaltenen Grundsätzen genöthigt sah, ihr volles Gewicht beizulegen, obgleich sie den Stern viel zu schwach gab; ich habe erst später bemerkt, dass hier statt δ ohne Zweifel π Herculis beobachtet worden ist, indem δ keinen solchen Nachbarstern hat, wie derjenige, von welchem das Journal bei der Beobachtung Erwähnung thut.

Bei der Ableitung der vorstehenden Werthe war mir aufgefallen, dass die Vergleichungen von Sternen des Netzes mit Aldebaran zum Theil grössere und in Einem Sinne liegende Abweichungen von den übrigen Bestimmungen derselben Sterne ergaben: ich leitete desswegen aus der Zusammenstellung der für α Tauri vorliegenden Beobachtungen[1] mit den jetzt aufgeführten Zahlen für die Vergleichungssterne einen neuen Werth ab, welcher ergab

$$\log. \text{ Aldebaran} = 9.4816$$

und der einstweilen an die Stelle des vorher angeführten gesetzt worden ist.

Es handelte sich jetzt darum, durch Vergleichung der reducirten Resultate der einzelnen Beobachtungen mit den abgeleiteten Mittelwerthen die Fehler aufzusuchen, welche jenen zugeschrieben werden mussten, und hienach zu untersuchen, ob eine Veränderung an der angewendeten Tafel der Extinctionen diese Fehler merklich zu verkleinern im Stande wäre. Zu dem Ende war es angemessen, die Fehler in solcher Weise darzustellen, dass schon das Vorzeichen jedes einzelnen verriethe, ob er durch eine Vergrösserung oder durch eine Verkleinerung der angenommenen Extinction des Lichtes wegzubringen wäre. Ich habe daher für jede Messung den Logarithmus des Bruches abgeleitet, dessen Zähler die Helligkeit des tiefer stehenden, und dessen Nenner die des höher stehenden der beiden verglichenen Sterne vorstellt; und zwar einerseits so wie er mit den vorläufig ausgeglichenen Zahlen für die

---

1) Man findet sie neben einander gestellt unten, bei der Ableitung der definitiven Werthe für die Helligkeiten der Sterne des Netzes.

einzelnen Sterne sich ergibt *(Rechnung)*, andererseits so wie ihn die einzelne Messung, wegen Extinction des Lichtes nach der älteren Tafel reducirt, darstellt *(Beobachtung)*: der Unterschied Rechnung — Beobachtung stellt den Fehler dar: hiernach würde das Vorherrschen positiver Fehler hinweisen auf eine stärkere Extinction des Lichtes als die vorausgesetzte, das Vorherrschen der negativen auf eine schwächere.

In der Abhandlung II ist nachgewiesen worden, dass auch die Helligkeitsvergleichungen der Planeten mit Fixsternen, in gehöriger Weise berechnet, eine sehr befriedigende Uebereinstimmung darbieten; da überdiess gerade bei den in jener Abhandlung gegebenen Vergleichungen oft grosse Zenitdistanzen vorkommen, so schien es mir passend, sie für die Correction der Extinctionstafel mit zuzuziehen. Die Fehler, welche in den einzelnen Planetenbeobachtungen übrig bleiben, sind in der bezeichneten Schrift p. 36 und 37 schon aufgesucht, nur sind die Vorzeichen nach anderem Principe gewählt; sie können aber für unseren dermaligen Gebrauch mittelst der in den Tabellen a. a. O. p. 18 ff. gegebenen Zenitdistanzen leicht so weit nöthig umgeändert werden [1]. Weil nämlich in der Zusammenstellung der Abhandlung II immer die Helligkeit des Planeten im Zähler, die des Sterns im Nenner gedacht ist, so werden die dort gegebenen Vorzeichen der Fehler auch für uns direct gelten, so oft der Planet tiefer stand, als sein Vergleichungsstern: im entgegengesetzten Falle sind sie umzukehren.

Um eine noch etwas grössere Anzahl von Beobachtungsfehlern der Untersuchung zu Grunde legen zu können, habe ich dieselben auch für

---

1) Ausserdem müssen für unsern dermaligen Zweck die drei Vergleichungen Nr. 153, 156, 162 zwischen Venus und Sirius mit der mittleren aus der Tafel genommenen Extinction reducirt werden (weil es sich um die Prüfung der Tafel handelt), und nicht, wie S. 26 und 27 der betreff. Schrift angedeutet, mit den zu diesen Beobachtungen speciell aufgesuchten Extinctionen. Die erstere ist, wie wir sie nöthig haben, in dem Tableau p. 18 der Abhandlung schon angesetzt.

die wenigen Fälle noch hergeleitet, in welchen irgend ein Stern mit einem Stern des Netzes mehrmals verglichen war, ohne noch mit einem zweiten solchen verglichen und dadurch selber dem Netze einverleibt zu sein. Dieser Fall lag vor für die Sterne

ζ Aquilae, zweimal verglichen mit γ Aquilae (Nr. 290 u. 323) Mittelwerth $\log. \frac{\zeta \text{ Aquilae}}{\gamma \text{ Aquilae}} = 0.045.$

ε Delphini, ebenfalls zweimal verglichen mit γ Aquilae (Nr. 445 u. 449) Mittelwerth $\log. \frac{\varepsilon \text{ Delph.}}{\gamma \text{ Aquil.}} = 9.550.$

γ Coronae, zweimal verglichen mit α Coronae (Nr. 410 u. 415) Mittelwerth $\log. \frac{\gamma \text{ Coron.}}{\alpha \text{ Coron.}} = 9.284.$

μ Geminorum[1], zweimal verglichen mit β Aurigae (Nr. 386 u. 508) Mittelwerth $\log. \frac{\mu \text{ Gemin.}}{\beta \text{ Aurig.}} = 9.330.$

72 Ophiuchi[2], dreimal verglichen mit α Ophiuchi (Nr. 432, 565 u. 587[a]) Mittelwerth $\log. \frac{72 \text{ Ophiuchi}}{\alpha \text{ Ophiuchi}} = 9.245.$

β Serpentis, zweimal verglichen mit α Coronae (Nr. 411 u. 580) Mittelwerth $\log. \frac{\beta \text{ Serpent.}}{\alpha \text{ Coron.}} = 9.339.$

§. 6.

Nachdem für die bis jetzt aufgeführten Sterne die angegebenen vorläufigen Werthe erlangt worden waren, konnten im Ganzen für 493

---

1) Die beiden Beobachtungen von η Geminorum Nr. 507 u. 507[a] sind hier nur für Eine zu rechnen, weil sie unmittelbar nach einander gemacht sind.

2) Die Beobachtung Nr. 686, durch welche dieser Stern auch noch mit γ Aquilae verglichen und so dem Netze einverleibt wurde, ist erst nach der Untersuchung, von welcher jetzt die Rede ist, erlangt worden.

Beobachtungen unter allen denen, die bis Ende Mai 1860 vorlagen, und deren letzte die Nr. 655 trug, die Abweichungen von den mittleren Resultaten abgeleitet und in ein Tableau gebracht werden. Nachher wurde demselben noch eine kleine Erweiterung gegeben, um die Zahl der für die Untersuchung der Extinction verwendbaren Grössen auf 500 im Ganzen zu bringen; dieser Nachtrag ist in der folgenden Zusammenstellung durch einen Strich von dem übrigen abgesondert; man findet darin, neben inzwischen neu hinzugekommenen Beobachtungen, auch einige von früheren Nummern, die nämlich Sterne betreffen, für welche sich erst nach der Bildung der grossen Tafel Controlbeobachtungen ergeben hatten. Die vorläufigen Werthe für diese Sterne sind auf dieselbe Weise erlangt worden, wie die früher angeführten für die übrigen; es sind folgende:

log. β Bootis = 8.460
ε Bootis . . 8.910
δ Cygni . . 8.789
π Herculis . 8.514
β Librae . . 8.910

In der nachstehenden Reproduction des Fehlertableau's ist übrigens der Nachtrag nur desshalb dem Uebrigen nicht vollkommen einverleibt worden, weil bei der Bildung desselben gerade in Folge des Hinzutretens neuer Beobachtungen die Werthe für einige der Netzsterne schon um Kleinigkeiten corrigirt waren, so dass man die aufgeführten Fehler in diesem Ende unserer Tafel nicht ganz genau so, wie sie gegeben sind, aus der Vergleichung der vorher zusammengestellten Zahlen mit den einzelnen Beobachtungen erhalten wird. Die Unterschiede sind jedoch zu unbedeutend, als dass es der Mühe werth wäre, sie hier einzeln anzuführen.

Zusammenstellung der (provisorisch bestimmten) Fehler der einzelnen Beobachtungen.

(Die Einheit, in welcher die Fehler angesetzt sind, ist die der dritten Decimale im Logarithmus.)

Die hin und wieder beigefügten Sternchen (*) haben Bezug auf eine Untersuchung in §. 16.

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
1	+ 70	31	+ 151	60	— 31
2	— 26	32	— 55	61	— 31
3	— 24	33	— 125	62	+ 18
4	— 14	34	— 169	63	+ 18
6	+ 50	35	— 296	64	— 84
7	+ 66	36	— 132	65	— 68
8	— 1	37	— 7	66	— 36
9	— 122	38	+ 55	67	+ 1
10	— 77	39	+ 9	68	— 19
11	— 77	40	— 61	69	+ 77
12	— 69	41	+ 47	70	— 58
13	+ 5	42	+ 149	71	+ 45
14	+ 9	43	— 25	72	— 46
15	— 32	44	+ 6	73	— 55
16	+ 6	45	+ 112	74	— 20
17	+ 54	46	+ 64	75	— 60
18	+ 10	47	+ 9	76	— 157
19	— 128	48	+ 2	77	+ 107
20	— 50	49	— 9	78	— 54
21	— 11	50	— 34	79	— 7
22	— 386	51	— 6	80	— 91
23	+ 12	52	— 25	81	— 55
24	— 19*	53	— 76	82	— 5
25	— 4*	54	— 92	83	— 21
26	— 67	55	— 61	84	— 577
27	— 74	56	— 13	85	— 100
28	— 35	57	+ 42	86	+ 10
29	+ 163	58	— 93	87	— 60
30	— 58	59	— 13	88	— 9

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
89	+ 417	126	+ 1	163	— 29
90	— 7	127	+ 50	164	— 23
91	+ 20	128	+ 18	165a	+ 5
92	— 7	129	— 26	165b	— 31
93	+ 25	130	+ 11	166	— 8
94	+ 67	131	— 41	167	+ 36
95	+ 2	132	— 15	168	— 29
96	+ 9	133	+ 38	169	+ 80
97	— 21	134	+ 14	171	— 11
98	+ 60	135	+ 7	172	+ 54
99	— 36	136	+ 17	173	— 20
100	— 74	137	+ 2	174	+ 1
101	+ 33	138	— 24	178	— 8
102	— 78	139	— 25	179	+ 6
103	— 70	140	+ 27	180	+ 62
104	— 22	141	+ 51*	181	0
105	— 11	142	+ 19*	183	+ 6*
106	— 7	143	+ 101*	184	+ 54*
107	+ 56	144	+ 4*	185	— 36*
109	+ 31	145	— 12*	186	+ 49*
110	— 51	147	+ 28	187	— 52*
111	+ 37	148	+ 34	188	— 36*
112	— 8	149	+ 32	189	— 16*
113	0	150	+ 74	190	+ 50*
114	+ 56	152	+ 69	191	+ 3
116	+ 64	153	+ 18	192	— 1
117	+ 38	154	+ 11	193	+ 3*
118	+ 4	155	— 33	194	+ 25*
119	+ 29	156	+ 7	195	— 72*
120	+ 4	157	— 10	196	+ 6*
121	— 28	158	— 116	197	— 82
122	— 22	159	— 9	199	— 20
123	+ 42	160	+ 41	200	+ 52
124	+ 15	161	— 18	202	— 71
125	— 69	162	— 9	203	+ 15

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
204	— 41	242	— 36	304	+ 18
206	+ 3	243	+ 16	306	+ 7
207a	— 22	244	— 27	307	+ 97
207b	— 15	245	— 25	308	+ 68
208	+ 102*	246	+ 1	309	+ 32
209	— 51*	247	+ 2	310	+ 226
210	+ 30*	248	— 2	312	+ 2
211	+ 46	254	— 20	315	— 16
212	— 38	255	+ 2	318	— 4
213	— 14	256	+ 29	319	— 32
214	+ 114	257	+ 10	320	+ 445
216	+ 29	259	— 65	321	+ 22
217	+ 17	261	+ 21	322	— 28
218	+ 6	262	+ 42	323	— 43
219	+ 43	264	0	324	— 53
220	+ 33	265	— 98	326	— 110
221	— 28*	267	— 25	327	+ 24
222	+ 3*	268	+ 19	328	+ 508
223	+ 37*	269	+ 9	329	+ 7
224	+ 37*	270	— 23	330	— 15
225	— 61	271	+ 16	331	— 3
226	— 84	274	— 9	332	+ 6
227	— 32	275	— 21	333	+ 12
228	+ 24	276	— 2	334	— 30
229	— 32*	278	+ 46	335	— 12
230	— 1*	279	+ 247	336	+ 15
231	— 10*	281	— 2	341	+ 38
233	+ 63	284	— 18	347	— 10
235	— 20*	287	+ 22	352	— 3
236	+ 90*	290	— 21	357	+ 53
237	+ 325	291	+ 33	359	— 46
238	— 2	293	+ 13	362	+ 44
239	— 16	296	— 99	364	— 4
240	+ 5	297	+ 14	365	— 4
241	— 9	300	— 22	366	+ 13

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
367	+ 44	428	— 25	489	+ 5*
368	— 42	431	+ 10	490	— 19*
369	+ 9	432	+ 2	491	+ 4
371	— 15	433	+ 61	492	— 117
372	+ 20	435	+ 27	493	+ 36
373	+ 117	437	+ 24	494	+ 25
377	+ 24	438	+ 36	495	+ 75
378	+ 96	441	— 69	496	+ 53
379	— 30	443	— 17	497	— 61
380	+ 20	445	— 33	499	— 41
381	— 21	446	+ 49	500	+ 27
384	+ 33	448	+ 26	502	+ 26
386	+ 20	449	+ 17	503	+ 31
389	+ 20	450	+ 22	504	+ 11*
390	— 136	452	— 73	505	+ 2*
391	+ 22	453	+ 1	508	— 19
392	— 40	454	— 73	510	+ 44
393	— 21	455	— 38	512	— 41
396	— 16	457	— 65	513	+ 52
400	+ 15	458	+ 16	514	+ 4
404	— 26	459	+ 3	517	— 30
406	— 37	460	— 44	518	+ 65
410	— 11	461	+ 8	519	— 56
411	+ 13	462	+ 9	520	— 28
412	— 37	463	— 52	526	+ 21
413	— 2	464	— 16	528	+ 14
414	— 15	465	+ 29	530	— 15
415	+ 12	468	— 8	532/3	+ 38
417	— 5	471	0	534	+ 46
418	+ 8	472	— 9	535	+ 4
419	— 4	477	+ 3	536	+ 15
420	+ 16	482	— 41	539	— 39
423	0	483	— 20	543	— 5
426	— 8	485	+ 53	545	+ 1
427	+ 8	486	+ 8*	547	— 108

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
548	+ 17	583a	— 13	623	— 75*
549	— 3	584	— 67	624	+ 3*
550	— 42	585	— 19	625	— 40*
551	+ 36	586	— 10	627	— 20
552	+ 52	587	+ 20	628	— 4*
553	+ 33	587a	+ 52	629	+ 9*
554	+ 17	587b	— 250	631	— 25*
555	— 22	587c	+ 56	632	— 2
556	+ 12	588	+ 72	633	— 20
557	+ 7	589	— 7	634	— 16
558	— 27	590	+ 21	638	— 13
559	0	591	— 3	639	+ 4
560	— 17	592	— 59	641	— 4
563	+ 19	593	+ 38	642	— 6
564	+ 38	594	+ 31	643	+ 11
565	— 25	595	— 7	644	— 86
566	— 5	596	— 14	646	+ 18
567	+ 38	600	— 29	649	— 36
568	+ 52	601	+ 17	651	+ 64
569	— 33	602	+ 42	653	— 39*
570	+ 4	603	+ 36	654	— 11*
571	+ 16	604	+ 3	655	— 3*
572	+ 14	605	— 1		
573	+ 34	606	— 53		
574	— 31	607	+ 21	272	+ 24
575	+ 49	608	— 7	277	— 53
576	— 15	610	— 81	283	+ 23
577	— 16	611	— 23*	301	— 17
578	+ 24	612	+ 97*	561	+ 30
579	— 9*	614	+ 51*	661	— 34
580	— 13*	616	0	662	+ 16
581	— 37*	617	— 33	664	— 36
581a	+ 8*	618	— 8	665	+ 34
582	+ 17*	619	— 4	666	+ 10
583	— 32*	620	+ 29	667	+ 39

Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler	Nr. d. Beob.	Fehler
668	+ 22	672	+ 15	679	— 30*
669	+ 37	673	— 30	681	+ 12
670	— 13	676	+ 16*	682	+ 30
671	— 6	677	— 4*	683	+ 28

Wenn man zunächst einfach die Fehler von dem einen und dem andern Vorzeichen abzählt, so finden sich unter im Ganzen 510:

positive Fehler 250,
negative „ 254,
Fehler 0 . . . . . . 6.

Es ergibt sich also durchaus kein Uebergewicht der Fehler des Einen Vorzeichens, so dass man schon hiernach aussprechen kann, dass eine *allgemeine* Vergrösserung oder Verkleinerung der Extinctionsgrössen gegen die nach Abh. I angenommenen Werthe keineswegs indicirt ist, — dass vielmehr eine solche Abänderung, wenn sie nur einigermassen erheblich sein sollte, die Darstellung der Beobachtungen nur verschlechtern könnte. Dieses Resultat scheint mir um so stärker zu Gunsten der sehr angenäherten Richtigkeit der älteren Extinctionstafel (für mittlere atmosphärische Zustände am hiesigen Orte) zu sprechen, da bei der Bildung derselben nur 64 Fixsternvergleichungen gedient haben, während sie jetzt an einem Materiale von 8 mal grösserem Umfang geprüft wird. Zugleich ergibt sich hieraus auf's Neue, dass an ein und demselben Orte in solchen Nächten, welche man überhaupt für photometrische Beobachtung tauglich halten kann (und in deren Auswahl wir wohl eher zu wenig als zu viel Vorsicht angewendet haben[1]), die Schwankungen in der Durchsichtigkeit der Luft keineswegs gross genug

---

1) Insoferne wir, wie das Journal nachweist (vgl. die Bemerkungen beim Tableau der Beobachtungs-Resultate), nicht selten beobachtet haben, wenn auch zur Zeit der Dämmerung der Himmel noch nicht völlig frei von feinen Wolkenschleiern gewesen war.

sind, um zu verhindern, dass schon bei verhältnissmässig wenig Beobachtungen wesentlich die mittleren Gesetze sich geltend machen.

Um nunmehr mit der Prüfung der Extinctionstafel mehr in's Einzelne zu gehen, versuchte ich zunächst dasselbe Verfahren, welches schon in der Abhandlung I für die Verbesserung derselben benützt worden war (a. a. O. p. 41). Ich bildete eine graphische Tafel, in welche ich mittelst eines dazu geeigneten Apparates Punkte eintrug, deren Abscissen und Ordinaten proportional genommen wurden den beiden Zenitdistanzen der zwei Sterne, die durch eine Helligkeitsvergleichung direct verbunden sind. (Der von mir angewendete Maassstab betrug 3 Millimeter auf den Grad.) Jede Beobachtung lieferte mir zwei Punkte, — einen über, den andern unter der durch den Anfangspunkt gehenden Diagonale der Figur, — weil jede der beiden Zenitdistanzen mit gleichem Rechte als Abscisse der einen und als Ordinate des andern aufzutragen war. Bei dem Orte eines jeden derselben wurde nun aus dem vorstehenden Tableau der Fehler der betreffenden Beobachtung eingeschrieben[1]: einmal mit dem Zeichen +, das anderemal mit —, nämlich mit dem ersteren an der Stelle, wo diejenige Zenitdistanz z, deren Extinctionsgrösse φz man vergrössern müsste, um den Fehler wegzubringen, die horizontale Coordinate bildet (und die andere Zenitdistanz die vertikale): dagegen mit dem Zeichen „minus“ da, wo der Beobachtungsfehler auf eine vorzunehmende Verkleinerung des φz

---

1) Die zu jedem Beobachtungsfehler gehörigen Zenitdistanzen ergeben sich, so weit von neuen Beobachtungen die Rede ist, mit Hilfe der laufenden Nr. der Beobachtung aus der am Anfang gegebenen Zusammenstellung sämmtlicher Messungsresultate, — für die früher publicirten Messungen aber aus den entsprechenden Tableaux der Abhandlungen I und II. — Die graphische Tafel hier im Abdruck wiederzugeben, ist für unnöthig befunden worden, weil sie, wie man sehen wird, für die Correction der Extinctionsgrössen nur einen untergeordneten Beitrag geliefert hat, während die nachher zu entwickelnden rein rechnerischen Methoden viel weniger zweideutige Resultate geben.

hindeutet, welches zur horizontalen Coordinate z gehört (oder auf eine Vergrösserung desjenigen φz, welches der vertikalen Coordinate z entspricht). Nach dieser Anordnung kamen alle Fehler mit dem Zeichen, welches sie in der obigen Zusammenstellung haben, über die Diagonale, mit dem entgegengesetzten unter dieselbe zu stehen. Um die Verschiedenheit der Vorzeichen bei der Menge der einzutragenden Zahlen für das Auge auffallend hervortreten zu lassen, schrieb ich die positiven Fehler mit blauer, die negativen mit rother Tinte ein. In dieser Weise waren also etwas über tausend Oerter in der Tafel zu construiren und mit den betreffenden Zahlen zu versehen, und es musste erwartet werden, dass bei einer so bedeutenden Anzahl eine einigermassen gesetzmässige Vertheilung in dem Vorherrschen der positiven oder negativen Fehler an den verschiedenen Stellen sich geltend machen würde, wenn die Extinctionstafel mit etwas erheblichen gesetzmässigen Fehlern behaftet wäre [1]. Bei der desshalb angestellten Untersuchung meiner Tafel fanden sich aber die beiden Farben überall sehr gemischt; wenn stellenweise ein einigermassen deutliches Vorherrschen der einen oder der andern kennbar ist, so zeigt es sich als so lokal, dass ein darauf basirter Schluss wenig Sicherheit haben kann. Was ich übrigens aus dieser Untersuchung etwa heraus zu lesen geneigt gewesen wäre, war Folgendes:

---

1) Solche Fehler, welche der Diagonale sehr nahe stehen, können (wie schon in Abh. I bemerkt ist) nicht durch eine Correction der Extinctionstafel weggebracht werden, weil in den zu ihnen gehörigen Beobachtungen beide Zenitdistanzen nahe gleich sind. Uebrigens spricht sich dieser Umstand auch in der Figur selbst dadurch aus, dass dieselben Fehler mit entgegengesetztem Zeichen an der entsprechenden Stelle auf der andern Seite der Diagonale, also in der Nähe des Ortes, wo sie zum erstenmale eingetragen sind, sich wieder vorfinden. Unmittelbar um die Diagonale her kann daher ein Vorherrschen der Fehler des einen Zeichens sich überhaupt nicht ergeben.

a) Um die Gegend herum, welche zu den Zenitdistanzen 40^0 und 17^0 gehört, herrschen oberhalb der Diagonale die negativen, unterhalb die positiven Fehler vor. Diess würde auf eine vorzunehmende Verkleinerung der Differenz φ (40^0) — φ (17^0) hinweisen.

b) Analog wäre auf eine Vergrösserung von φ (45^0) — φ (32^0) zu schliessen.

c) Dessgleichen auf eine Verkleinerung von φ (58^0) — φ (45^0).

d) Endlich auf eine Verkleinerung von φ (77^0) — φ (20^0).

Indess schienen mir die hieraus gezogenen Andeutungen zu zweifelhaft, und sie liessen der Willkühr zu vielen Spielraum, als dass ich sie für eine wirkliche Correction der Tafel hätte gebrauchen können; um durch eine *Rechnung* eine festere Richtschnur zu gewinnen, wendete ich daher ein drittes Verfahren an, welches mit der eben angedeuteten graphischen Methode (an welche es sich nahe anschliesst) den Vortheil gemein hat, dass es für die Untersuchung die Verwendung auch eines noch viel grösseren Materiales, als ich besass, zulassen würde.

Ich theilte mir nämlich die construirte Tafel in 18 Columnen von je 5 Grad Breite, um durch Summation aller Fehler des einen und des andern Vorzeichens in jeder derselben zu ermitteln, ob im Ganzen in ihr ein entschiedenes Uebergewicht der einen über die andern stattfände, welches auf eine bestimmte Correction des zu dieser Columne gehörigen φz hindeuten würde. Dabei hielt ich aber für nöthig, einige wenige exorbitante Fehler (welche durch ihre Grösse selbst gegen die Majorität der andern einen Ausschlag hätten geben können) auszuschliessen, weil sie nur durch besondere Zufälle und nicht durch Abweichung der Tafel von den mittleren Extinctionswerthen sich erklären können. In der That hatte ich schon bei der Construction der graphischen Tafel weggelassen die Fehler folgender Beobachtungen:

Nr. 35. (s. Abh. I.) Vergleichung zwischen Sirius und Capella, entstellt wahrscheinlich durch Trübung des Himmels. Fehler — 0.296.

Nr. 84. (s. ebenda.) Vergleichung, angeblich zwischen Rigel und Capella, wahrscheinlich aber vielmehr zwischen Rigel und β Aurigae. (s. schon oben.) Ueberdiess verdächtig wegen Trübung des Himmels. Fehler, in der ersten Annahme, — 0.577.

Nr. 89. (s. ebenda.) Vergleichung zwischen Sirius und Rigel. Fehler (nicht weiter erklärt) . . . . . . + 0.417.

Nr. 310. } Vergleichungen zwischen α Coronae und (wenn keine Verwechslung vorgefallen ist) η Herculis. Fehler . . . . . } + 0.226.
Nr. 587b. — 0.250.

Nr. 320. } Vergleichungen zwischen α Pegasi und (wenn keine Verwechslung vorliegt) ε Pegasi. Fehler . . . . . . } + 0.445.
Nr. 328. + 0.508.

Nachträglich wurden dann für die jetzt beabsichtigte Untersuchung auch noch ausgeschlossen die Beobachtungen:

Nr. 22. (s. Abh. I.) Vergleichung zwischen Polarstern und Capella. Fehler (nicht weiter erklärt) . . . . — 0.386.

Nr. 34. (s. ebenda.) Vergleichung zwischen Capella und Sirius, gestört durch Trübung des Himmels. Fehler . . — 0.169.

Nr. 237. (s. Abh. II.) Vergleichung zwischen Sirius und Venus. S. üb. dieselbe a. a. O. p. 55. Fehler . . . . + 0.325.

Bei allen diesen (kaum mit Ausnahme von Nr. 34, bei welcher Beobachtung der Fehler durch die Umstände völlig erklärt wird) sind die Abweichungen so gross, dass man geradezu behaupten kann, dass sie in Folge der Unsicherheit der Messung selbst unmöglich so ausfallen konnten, sondern dass sie (wo nicht Verwechslung vorliegt) entweder von Veränderlichkeit des einen und andern Sternes, oder von Trübung der Luft herrühren *müssen*. Man wird übrigens eine Zahl von 10 unbrauchbaren Beobachtungen unter mehr als 700, die bis jetzt im Ganzen erlangt worden sind, schwerlich auffallend finden. — Nachdem dieselben in Wegfall gebracht waren, blieben mir für die vorliegende Frage gerade noch 500, oder tausend Oerter für die Extinctionsbestim-

mung, übrig; für ihre Vertheilung in die 18 Columnen ging ich da, wo die graphische Aufzeichnung einen Punkt sehr nahe an der Grenze zweier Abtheilungen ergeben hatte, auf die berechneten Zenitdistanzen selbst zurück[1]; es fielen demnach in die einzelnen Columnen folgende Fehler:

Beobachtungsfehler, geordnet nach Zenitdistanzen.

0 bis 5°		10 bis 15°		Fortsetzung.		Fortsetzung.		Fortsetzung.	
+ 41	− 30	+ 9	− 4	+ 13	− 2	+ 27	− 24	+ 53	− 33
42	10	21	21	16	13	32	34	12	32
73	10	2	52	19	13	52	16	11	4
4	3	15	61	108	53	9	53	33	44
	6	2	49	4	4	22	15	9	17
	27	23	22	7	24	31	15	44	36
	4	12	3	3	4	25	1	17	13
	27	78	4	53	37	81	21	117	19
	44	77	33	93		21	56	10	6
		11	29	19		28	29	3	6
5 bis 10°		22	46	132		41	1	27	18
+ 4	− 41	18		7		8	117	68	29
2	9	0		21		61	101	20	56
39	26	6		32		76	51	16	38
125	45	34		31		15	42	25	16
38	14	86				58		5	75
28	2	7		20 bis 25°		84		11	42
69	29	22		+ 11	− 2	4		59	36
13	8	55		10	2	0		8	22
67	38	92		52	15	0		15	65
53	49	25		13	16	0		3	4
	26	30		22	2			20	20
	14	23		2	22	25 bis 30°		29	41
	44	30		5	5	+ 26	− 23	7	38
	23			2	2	45	19	55	36
	24	15 bis 20°		37	53	2	11	18	54
	1	+ 31	− 42	5	11	61	12	26	14

1) Die vorausgehende Bildung der graphischen Tafel ist für die jetzt anzuwendende Betrachtungsweise gar nicht nöthig, da die Fehler natürlich auch direct (jeder zweimal und mit den gehörigen Vorzeichen) aus der Tabelle in die zu den verschiedenen Zenitdistanzen gehörigen Summanden-Reihen eingetragen werden können.

Fortsetzung.	
+ 13	— 18
41	30
13	22
91	53
30 bis 35°	
+ 3	— 73
6	39
27	108
14	37
49	9
53	44
24	30
11	15
32	2
36	36
15	2
30	7
25	16
61	20
4	7
8	31
67	42
29	38
5	38
20	12
13	9
36	97
52	7
9	11
36	27
22	6
	52
	9
	25
	34
	15
	163
	16
	49
35 bis 40°	
+ 29	— 12
22	78

Fortsetzung.	
+ 24	— 7
4	4
34	3
16	53
53	9
	0
6	5
19	32
6	52
4	27
17	3
36	117
44	10
13	17
2	25
2	4
14	61
52	8
2	15
15	25
33	33
21	21
25	14
15	52
37	2
30	151
8	24
98	1
7	10
20	16
1	17
27	17
23	9
40	3
116	72
9	3
11	2
14	20
7	15
37	68
72	52
136	4
19	1
12	21
70	2

Fortsetzung.	
+ 36	— 3
74	1
16	39
	8
	30
	18
40 bis 45°	
+ 4	— 4
8	13
38	69
26	28
49	38
3	125
4	67
21	18
1	77
15	22
15	11
18	132
16	19
56	93
38	31
29	22
7	25
16	16
20	25
7	20
31	59
151	8
10	11
16	15
24	68
9	27
3	5
17	67
17	8
24	30
1	15
8	37
9	56
15	15
99	39
22	22
2	9

Fortsetzung.	
+ 36	— 8
15	2
65	36
56	15
58	38
14	21
5	33
1	20
69	12
74	8
4	54
19	51
13	29
14	10
25	17
26	22
16	6
60	66
31	74
25	52
128	62
4	6
110	24
10	6
42	9
36	47
24	55
77	11
65	9
157	50
41	70
30	24
122	34
16	37
1	
35	
15	
24	
16	
	0
	0
45 bis 50°	
+ 14	— 21
56	81

Fortsetzung.	
+ 4	— 28
75	3
36	20
42	5
12	29
38	98
42	20
38	7
9	1
97	58
2	14
3	69
20	1
15	13
72	14
20	5
12	17
54	36
51	42
38	25
21	19
33	96
8	7
17	5
36	18
42	67
25	30
75	97
61	46
46	50
21	102
3	247
60	112
31	149
73	12
3	
5	
8	
19	
33	
29	
10	
25	
24	
13	

Fortsetzung.	
+ 39	
17	
0	
50 bis 55°	
+ 27	— 6
44	7
29	13
33	20
65	27
22	23
27	16
11	10
7	9
6	11
52	24
68	4
4	19
10	26
29	25
25	60
19	31
96	75
7	25
17	61
2	46
9	2
40	17
3	9
8	40
12	50
33	3
50	8
51	12
16	33
11	5
32	64
20	25
54	3
55	16
43	33
46	63
20	17
21	4
53	
36	

Fortsetzung.	
+ 34	
2	
37	
71	
0	
55 bis 60°	
+ 44	— 34
4	41
24	14
46	7
52	16
21	128
1	110
22	4
17	10
5	25
18	3
25	60
3	31
5	73
64	21
9	20
32	54
23	21
33	65
16	32
36	16
8	11
61	51
28	20
32	43
9	46
39	16
9	33
12	23
	9
	32
	36
	17
	38
	37
	20
	18
	13
	20

Fortsetzung.	
	— 30
	80
	1
0	
0	
60 bis 65°	
+ 29	— 86
1	7
20	22
41	7
9	29
3	72
2	37
1	77
66	65
74	42
52	36
6	41
30	24
67	3
97	5
16	53
33	61
17	8
4	4
7	7
20	41
41	38
9	64
28	18
30	36
6	7
40	
51	
65 bis 70°	
+117	— 8
38	55
36	18
54	26
14	36
34	52
25	136
18	19
8	157

Fortsetzung.	
+ 6	—122
24	16
62	1
33	30
63	8
37	36
20	32
64	28
10	20
56	6
38	40
90	9
32	28
64	24
24	100
100	20
20	10
84	56
1	90
69	32
38	64
82	28
	37
	50
	19
	5
	3
	43
	54
	31
	60
70 bis 75°	
+ 4	— 76
163	61
6	13
9	41
47	13
55	9
9	12
18	70
20	74
18	35
50	33
37	19

Fortsetzung.	
+ 19	— 9
28	39
3	9
43	51
5	69
107	84
69	1
114	107
21	21
7	114
15	69
	46
75 bis 80°	
+ 37	— 55
101	21
42	32
51	15
18	84
49	58
11	91
46	24
50	15
102	29
80	10
1	71
7	2
54	82
46	38
77	7
	77
0	
80 bis 85°	
+ 50	— 25
70	32
149	31
247	16
112	25
31	
60	
85 bis 90°	
	— 36

Es wurden nun in jeder Columne die positiven und die negativen Fehler abgezählt (wobei ich für jeden Fehler 0 einen halben positiven und einen halben negativen rechnete) und auch summirt; da wo Fehler vorkommen, welche 0.100 erreichen oder übersteigen, wurde einmal mit Einschluss und dann auch mit Ausschluss derselben zusammengezählt; nur für die Zenitdistanzen über 75°, wo solche Fehler nicht mehr besonders auffallend sind, wurde auf die erstere Art allein gerechnet, und die zweite Zählung bei der Columne für 80° bis 85° beruht nur auf Ausschluss der Abweichung 0.247, welche sich bei der Beobachtung Nr. 279 (Spica in 80° Zenitdistanz mit Arctur verglichen) ergeben hatte. Das Ergebniss ist niedergelegt in folgendem Täfelchen:

z		0° bis 5°	5° bis 10°	10° bis 15°	15° bis 20°	20° bis 25°
Ohne Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler	4; + 0.160	10; + 0.438	23.5; + 0.700	16; + 0.589	29.5; + 0.834
	der neg. Fehler	9; — 0.162	16; — 0.396	11.5; — 0.324	9; — 0.192	26.5; — 0.706
Mit Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler				14; + 0.349	29.5; + 0.834
	der neg. Fehler				9; — 0.192	24.5; — 0.488

z		25° bis 30°	30° bis 35°	35° bis 40°	40° bis 45°	45° bis 50°
Ohne Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler	35; + 1.013	26; + 0.687	49.5; + 1.398	77; + 2.428	49.5; + 1.527
	der neg. Fehler	35; — 1.002	34; — 1.126	52.5; — 1.296	72; — 2.364	37.5; — 1.664
Mit Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler	34; + 0.896	26; + 0.687	47.5; + 1.146	72; + 1.760	49.5; + 1.527
	der neg. Fehler	35; — 1.002	32; — 0.855	50.5; — 1.028	70; — 2.107	33.5; — 1.054

z		50° bis 55°	55° bis 60°	60° bis 65°	65° bis 70°	70° bis 75°
Ohne Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler	45.5; + 1.351	30; + 0.698	28; + 0.800	31; + 1.361	23; + 0.867
	der neg. Fehler	39.5; — 0.942	43; — 1.369	26; — 0.890	40; — 1.609	24; — 1.075
Mit Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler		30; + 0.698		29; + 1.144	20; + 0.483
	der neg. Fehler		41; — 1.131		36; — 1.094	22; — 0.854

z		75° bis 80°	80° bis 85°	85° bis 90°
Ohne Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler	16.5; + 0.772	7; + 0.719	0
	der neg. Fehler	17.5; — 0.711	5; — 0.189	1; — 0.036
Mit Ausschl. Anzahl und Summe	der pos. Fehler		6; + 0.472	
	der neg. Fehler		5; — 0.189	

Dass auch diese Zahlen nicht mit einiger Bestimmtheit auf constante Fehler in der Extinctionstafel hindeuten, sondern dass in ihnen das Zufällige eine starke Rolle spielt, erkennt man schon aus dem mehrfachen Vorkommen des Falles, dass der Anzahl nach die Fehler des einen, der Grösse nach die des andern Vorzeichens in derselben Abtheilung vorherrschen, — oder auch des anderen Falles, dass durch die Ausschliessung einiger wenigen (nämlich der grössten Fehler) das Uebergewicht der Grösse von der einen Seite auf die andere gebracht wird[1].

---

1) Der erstere Fall kommt in dem Täfelchen in Allem achtmal, der letztere viermal vor.

Eine bestimmtere Einsicht hierüber gewinnt man, wenn man die wirklich stattfindende Vertheilung der Fehler vergleicht mit derjenigen, welche man erwarten müsste in der Voraussetzung, dass keine Gesetzmässigkeit in den verschiedenen Zenitdistanzen das Hervortreten positiver oder negativer Fehler begünstigte, sondern dass der Zufall die einen und die andern überall mit gleicher Wahrscheinlichkeit erzeugte. Wenn zwei Ereignisse A und B gleich wahrscheinlich sind, von denen Eines jedenfalls sich ergeben muss (in unserem Fall, der augenblicklichen Hypothese nach, das Auftreten eines positiven oder negativen Fehlers bei einer einzelnen Beobachtung), so ist es bekanntlich doch nicht wahrscheinlich, dass unter n Fällen gerade $\frac{n}{2}$ der einen Art und eben so viele der anderen Art vorkommen werden; wohl aber lehrt die Theorie der Probabilitäten, dass man 1 gegen 1 wetten kann, es werde, wenn n etwas gross ist, die Anzahl der Fälle einer jeden Art liegen zwischen den Grenzen $\frac{1}{2} n \pm \varrho \sqrt{\left(\frac{1}{2} n\right)}$, wobei $\varrho = 0{,}4769\ldots$ der Werth ist, welcher das Integral $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\varrho} e^{-xx} dx = \frac{1}{2}$ macht. Rechnet man sich also diese Grenzen für eine nicht gar zu kleine Anzahl von Ereigniss-Gruppen (wobei eine einzelne Gruppe, d. i. für unsere Anwendung eine der Columnen, die Zahl von n individuellen Fällen in sich begreift), so hat man zu erwarten, dass in den verschiedenen Gruppen die wirkliche Vertheilung der Fälle A und B jene Grenzen nahezu eben so oft einhält, als sie überschreitet. Ich habe die Rechnung auf die Zahlen n angewendet, wie sie sich ohne Ausschliessung der grossen Fehler ergeben, d. i. auf die Zahlen $9 + 4 = 13$, $10 + 16 = 26$, $23{,}5 + 11{,}5 = 35$, $16 + 9 = 25$, $29{,}5 + 26{,}5 = 56$ u. s. w. und dabei für die einzelnen Columnen folgende Werthe der Grenzen erhalten:

$\frac{1}{2}n - \varrho\sqrt{\frac{1}{2}n}$	5.3	11.3	16.5	10.8	25.5	32.2	27.4	47.6	70.4	40.4	39.4	33.6	24.5	32.7	21.2	15.0	5.6
$\frac{1}{2}n + \varrho\sqrt{\frac{1}{2}n}$	7.7	14.7	18.5	14.2	30.5	37.8	32.6	54.4	78.6	46.6	45.6	39.4	29.5	38.3	25.8	19.0	6.4

Für die Columne $85^0 - 90^0$ ist hier nichts angesetzt, weil zu ihr eine einzige Beobachtung gehört. Vergleicht man nun die wirklichen Anzahlen der positiven und negativen Fehler mit diesen Ziffern, so ergibt sich, dass in 8 Fällen von den 17 unsere berechneten Grenzen jene zwischen sich einschliessen, während in 9 Fällen die wirkliche Vertheilung sich von der gleichheitlichen weiter entfernt: es findet also ganz Das statt, was man in der Hypothese, die Vorzeichen der Fehler seien rein zufällig, zu erwarten hätte.

Eine ähnliche Betrachtung, wie sie hier über die Anzahl der Fehler in jeder Columne angestellt wurde, kann man auf ihre Summen anwenden. Hat man eine Summe von n Grössen, welche einzeln um 0 herum schwanken, in der Weise, dass überall positive und negative Abweichungen gleich wahrscheinlich sind, und dass die Probabilität jedes Werthes mit seiner zunehmenden Grösse nach dem bekannten Gesetze abnimmt, so ist, wie man weiss, keineswegs darauf zu rechnen, dass die Summe 0 wird, sondern es ist nur 1 gegen 1 zu wetten, dass sie liegen wird zwischen den Grenzen $\pm \alpha \sqrt{n}$, wo α den wahrscheinlichen Werth einer einzelnen Abweichung vorstellt. Betrachtet man eine nicht gar zu kleine Anzahl solcher Summen, so wird es sich also nach dem Bernoulli'schen Satze nahezu gleich oft ergeben, einerseits, dass der wirkliche Werth der Null näher fällt, als $\alpha\sqrt{n}$, und andrerseits, dass er weiter von Null abliegt. Hingegen wird es sich wesentlich anders verhalten, wenn die Abweichungen nicht eben so leicht auf die positive, wie auf die negative Seite fallen, d. h. wenn gesetzmässige Fehler vorhanden sind, die einen einigermassen erheblichen Betrag, verglichen mit den zufälligen, erreichen.

Um hievon die Anwendung auf unseren Fall zu machen, muss man

zuerst den wahrscheinlichen Werth α eines einzelnen unserer Fehler kennen. Da bei den in der kleinen Tafel aufgeführten Columnensummen positive und negative Theile getrennt gehalten sind, kann man leicht aus ihnen das arithmetische Mittel aller Fehler, genommen ohne Rücksicht auf das Vorzeichen, ableiten; ich finde dasselbe $= 0.03216$ und hieraus ergibt sich durch Multiplication mit 0.8453 ... folgender Werth des wahrscheinlichen Fehlers:

$$\alpha = 0.0272$$

im Durchschnitt aller 500 Beobachtungen, ohne Unterscheidung zwischen alten und neuen, zwischen guten und im Voraus mehr verdächtigen [1]. Indem man diese Zahl mit dem jedesmaligen Werthe der Quadratwurzel aus der Anzahl der Fehler in einer Columne multiplicirt, erhält man folgende Reihe von Werthen (da, wo zwei Zahlen unter einander gesetzt sind, gilt die obere ohne, die untere mit Ausschluss der Fehler über 0.100):

0.098	0.134	0.161	0.136	0.204	0.227	0.211	0.274	0.332	0.254	0.251	0.232	0.200	0.230	0.187	0.158	0.094	0.027
			0.131	0.200	0.226	0.207	0.269	0.323	0.248		0.229		0.219	0.176		0,090	

Dagegen finden sich die algebraischen Summen unserer Columnen, durch Vereinigung ihrer vorher besonders aufgeführten positiven und negativen Bestandtheile, der Reihe nach (abgesehen vom Vorzeichen) wie folgt:

0.002	0.012	0.376	0.397	0.128	0.011	0.139	0.102	0.064	0.137	0.415	0.671	0.090	0.248	0.208	0.061	0.530	0.036
			0.157	0.346	0.106	0.168	0.118	0.347	0.473		0.433		0.050	0.371		0.283	

---

1) In der Abhandlung I war er aus den alten Fixsternbeobachtungen gefunden worden $= 0.0361$ und in Abhandlung II aus den Planetenbeobachtungen $= 0.0347$. Da er durch das Hinzutreten der neuen Fixsternbeobachtungen wesentlich herunter gegangen ist, obgleich jetzt auch die in Abh. I für diese Untersuchung ausgeschlossenen Beobachtungen des Polarsterns und Rigels zugezogen sind (welche beide Sterne grössere Abweichungen ergeben hatten), so sieht man, dass die neuen Beobachtungen sehr wesentlich besser sind, als die älteren: für sich allein müssen sie noch einen merklich kleineren wahrscheinlichen Fehler haben, als den im Text gefundenen. S. übrigens die genauere Untersuchung in §. 9.

Aus der Vergleichung der ersteren Zahlenwerthe mit den letzteren ergibt sich als Resultat:

1) Wenn die grössten Fehler nicht ausgeschlossen werden, so bleibt in 9 Fällen die algebraische Summe der Grössen Einer Columne unter $\alpha \sqrt{n}$, und in eben so vielen übertrifft sie diesen Werth.

2) Wenn man die grössten Fehler ausschliesst, so bleibt in 8 Fällen die Summe unterhalb $\alpha \sqrt{n}$, und übertrifft diesen Werth in 10 Fällen.

Man sieht also, dass auch hier das Verhalten gerade so ist, wie man es erwarten muss, wenn man voraussetzt, dass in jeder einzelnen unserer Columnen positive Fehler mit gleich grossen negativen gleich wahrscheinlich sind, oder, was dasselbe ist, dass in der angewendeten Extinctionstafel einigermassen erhebliche Abweichungen von der Wahrheit (welche constante Fehler innerhalb der einzelnen Columnen erzeugen müssten), nicht bestehen.

Wenn man Betrachtungen von ganz ähnlicher Art, wie die zuletzt angestellten, etwas weiter verfolgt, so erlangt man auch ein Urtheil über die Quantität der Unsicherheit, welche den aus der Tafel genommenen auf mittlere Zustände bezüglichen Extinctionsgrössen noch etwa anhaftet. Es möge angenommen werden, dass für diejenigen innerhalb eines Intervalles von 5^0 eingeschlossenen Zenitdistanzen, auf welche eine unserer 18 Columnen sich bezieht, der Fehler der Tafel den constanten Betrag c habe (d. h. dass $\varphi z + c$ die berichtigte Extinctionsgrösse vorstellen würde), so wird jeder einzelne dieser Columne zufallende Fehler eines reducirten Beobachtungsresultates bestehen aus dem constanten Theile c, der immer in gleichem Sinne wirkt, und aus einem Theile e, herrührend theils von dem Fehler der zweiten für die Beobachtung in Betracht kommenden Extinctionsgrösse und theils von der zufälligen Ungenauigkeit der Messung. Die Grösse e kann innerhalb der Columne mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf die eine wie auf die andere Seite fallen, also bei jeder einzelnen Beobachtung e eben so

leicht verstärken, als ihm entgegenwirken, auch hat sie keinen constanten Werth. Summirt man nun alle n in der Columne stehenden Fehler $c \pm e$, so wird man nach bekannten Principien der Wahrscheinlichkeitsrechnung erhalten $nc + \beta \sqrt{n}\, b$, wo die Wurzel positiv zu verstehen ist, während β denjenigen Zahlenwerth vorstellt, welchen e eben so leicht überschreitet, als nicht erreicht (den „wahrscheinlichen Werth" von e), und b eine unbekannte Grösse ist, die eben so leicht positiv sein kann, wie negativ, und die eben so wahrscheinlich innerhalb als ausserhalb der Grenzen ± 1 fällt. Die Probabilität, dass b zwischen zwei Grenzen p und q fällt, die mit ihren Vorzeichen so gegeben sind, dass $q - p$ positiv ist, drückt sich nach den erwähnten Sätzen aus durch das Integral $\frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\varrho p}^{\varrho q} e^{-xx} dx$, in welchem ϱ, wie vorhin, die Zahl 0.4769 . . . bedeutet. Nun möge durch die wirkliche Addition für die Columnensumme eine Zahl gefunden sein, welche ich setzen werde $= \alpha \sqrt{n} \,.\, r$. Hier bedeutet α den zuvor gefundenen Zahlenwerth; $\sqrt{n}$ soll wie oben positiv genommen werden, so dass also r eine Grösse vorstellt, die mit ihrem Vorzeichen bekannt ist. Aus unseren Annahmen ergibt sich also die Gleichung

$$nc + \beta \sqrt{n} \,.\, b = \alpha \sqrt{n} \,.\, r$$

oder

$$c = \frac{1}{\sqrt{n}} (\alpha r - \beta b)$$

Der grössern Bequemlichkeit halber werde noch geschrieben

$$c = \frac{\alpha}{\sqrt{n}} k,$$

wo k das Vorzeichen von c hat, — so ist

$$k = r - \frac{\beta}{\alpha} b$$

Obwohl diese Gleichung wegen der Unbekannten b, die sie ent-

hält, nicht dienen kann, den genauen Werth von k, und also von c, zu berechnen, so erlaubt sie doch die Wahrscheinlichkeit anzugeben, dass k (und also c) zwischen gewisse Grenzen hineinfällt, weil man den Ausdruck der analogen Wahrscheinlichkeit für b schon kennt. Soll nämlich k liegen zwischen den Werthen g und h (wobei h — g positiv gedacht ist), so heisst das eben so viel als: b muss liegen zwischen $\frac{\alpha}{\beta}$ (r — h) und $\frac{\alpha}{\beta}$ (r — g), uud die Probabilität, dass dem wirklich so sei, ist nach dem Obigen

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int e^{-xx}\,dx,$$

genommen von $x = \varrho\,\frac{\alpha}{\beta}\,(r - h)$ bis $x = \varrho\,\frac{\alpha}{\beta}\,(r - g)$.

Setzt man etwa $g = -h$, unter h jetzt einen positiven Werth verstanden, so wird hiernach die Wahrscheinlichkeit, dass k eingeschlossen ist zwischen $\pm\, h$, oder dass c liegt zwischen $\pm\,\frac{\alpha h}{\sqrt{n}}$, vorgestellt sein durch das nämliche Integral, genommen von $x = \varrho\,\frac{\alpha}{\beta}\,(r - h)$ bis $x = \varrho\,\frac{\alpha}{\beta}\,(r + h)$.

Hätte man denjenigen Werth von h ermittelt, für welchen dieser Ausdruck den Werth $\frac{1}{2}$ annimmt, und ihn $= H$ gefunden, so würde $\frac{\alpha H}{\sqrt{n}}$ nach der Analogie der Benennungen, die bei der Methode der kleinsten Quadrate angewandt werden, als der „wahrscheinliche Fehler“ der Extinctionstafel, an der Stelle, auf welche sich die ausgehobene Columne bezieht, zu bezeichnen sein. Bei der Aufsuchung dieses Werthes (oder eines andern, der dem Integral einen andern vorgeschriebe-

nen Werth gibt) kann man bemerken, dass es unnöthig ist, auf das Vorzeichen von r zu achten, denn man beweist leicht, dass für gleiche und entgegengesetzte r das zuletzt definirte Integral gleiche Werthe hat, wenn h ungeändert bleibt. Derjenige Werth H, der es $= \frac{1}{2}$ macht, wird nothwendig etwas grösser als der absolute Werth von r zu nehmen sein, denn wenn die untere Grenze nicht negativ wäre, so würde es nur bei unendlicher Ausdehnung den Werth $\frac{1}{2}$ haben können. Uebrigens wird, wenn r nur einigermassen erhebliche Werthe hat, H sich sehr rasch dem r selbst nähern[1]. Endlich wäre noch zu bemerken, dass der Werth von $\frac{\alpha}{\beta}$ nicht genau bekannt sein wird, indem β nicht im Voraus gegeben ist. Weil diese letztere Grösse den in α steckenden Theil, welcher vom constanten Fehler c herrührt, nicht mit enthält, so ist $\frac{\alpha}{\beta}$ nothwendig ein unechter Bruch; man kann aber bemerken, dass, wenn man ihn etwa zunächst $= 1$ setzt, und in dieser Voraussetzung einen Werth von h erhält, der dem Integral einen gewissen Werth und zugleich den beiden Grenzen desselben entgegengesetzte Zeichen gibt, der gefundene Werth von h für den wahren Werth von $\frac{\alpha}{\beta}$ nothwendig etwas *zu gross* ausfällt, d. h. die Grenzen der Unsicherheit von c etwas weiter (ungünstiger) erscheinen lässt, als sie wirklich sind: denn dieser Werth von h, mit dem wirklichen Werthe von $\frac{\alpha}{\beta}$ combinirt, würde die Grenzen des Integrales etwas weiter als vorher und also den Werth

---

1) Weil das Integral, genommen von o bis zu einer nur mässig grossen Grenze, kaum mehr verschieden ist von dem Werthe $\frac{1}{2}$.

desselben grösser als gefordert ergeben. Man riskirt also keinesfalls, die Genauigkeit der Bestimmungen zu überschätzen, wenn man für $\frac{\alpha}{\beta}$ Eins nimmt. Uebrigens würde man, wenn erst in dieser Voraussetzung der Werth gefunden ist, den c eben so leicht überschreitet als nicht erreicht, damit Mittel haben, β und also auch $\frac{\alpha}{\beta}$ genauer zu bestimmen. Hierauf näher einzugehen, ist um so weniger nöthig, weil der Werth H, der das hauptsächlichste Interesse hat, für etwas erhebliche r fast ganz unabhängig von $\frac{\alpha}{\beta}$ wird.

Für die numerische Anwendung werde ich unter den verschiedenen Columnen diejenige ausheben, in welcher, mit Ausschluss der Columne 80—85°, die Fehlersumme die ungünstigsten Verhältnisse darbietet, d. h. wo ihr Verhältniss zu $\alpha\sqrt{n}$, oder die Zahl r, möglichst gross wird. Dieser Maximalwerth von r, sehr nahe gleich für die Columnen 15—20° und 55—60°, nämlich $\frac{0.397}{0.136}$ für die eine und $\frac{0.671}{0.231}$ für die zweite (und zwar für beide ohne Ausschluss der Fehler über 0.100) erreicht noch nicht ganz die Zahl 3. Uebrigens versteht es sich, dass bei 15—20° der Fehler der Tafel nur sehr gering sein kann, weil φz der Definition nach o ist für $z = o$, und in jenen hohen Gegenden des Himmels nur eben anfängt, merklich zu werden (nach der Tafel ist $\varphi z = 0.003$ für $z = 20°$). Ich werde also die Verhältnisse so annehmen, wie sie für die Columne 55—60° sich stellen, und $r = 3$ setzen, während hier $n = 73$ oder $\sqrt{n} = 8.54\ldots$ ist. Unser Integral drückt also für diesen Fall die Wahrscheinlichkeit aus, dass der constante Fehler der Tafel an der bezeichneten Stelle liegt zwischen den Grenzen $\pm \frac{\alpha h}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0.0272}{8.54..} h$ $= \pm 0.00319\ h$, und da dasselbe für $h = H = 3$ einen Werth

annimmt, der von $\frac{1}{2}$ um weniger als $\frac{1}{2000}$ verschieden ist, so ergibt sich:

Man kann 1 gegen 1 wetten, dass der constante Fehler der Extinctionstafel, an ihrer ungünstigsten Stelle, den Werth 0.0096 nicht übersteigt, — also die zweite Decimale nicht erreicht.

Hiermit wäre also der wahrscheinliche Fehler bestimmt, welchen man im Maximum den Zahlen meiner vor 10 Jahren gegebenen Tafel noch etwa beilegen kann: natürlich nur in dem Sinne, dass um so viel etwa die aus derselben genommenen Werthe von den wirklichen für München geltenden *Mittelwerthen* noch abweichen können, — nicht aber in der Bedeutung, dass die durchschnittlichen Schwankungen, welche zwischen verschiedenen Nächten in dem Durchsichtigkeitszustand vorkommen, damit gemessen sein sollten.

Will man etwa noch die Wahrscheinlichkeit bestimmen, dass c an der bezeichneten Stelle der Tafel den Werth 0.020 nicht erreicht, so hat man zu setzen $h = 6.27$. Die Grenzen des Integrales werden dann (immer mit $\frac{\alpha}{\beta} = 1$) $- 3.27\ \varrho$ und $+ 9.27\ \varrho$, und sein Werth ergibt sich (aus der Tafel bei Encke) $= 0.9863$, d. h. man hat 72 Chancen gegen eine für den Fall der Frage. — Man kann also sagen dass, mit Ausnahme der Functionalwerthe für die allergrössten Zenitdistanzen, unsere Extinctionstafel in der zweiten Decimale höchstens noch sehr geringen Aenderungen für die Zukunft offen sein wird[1].

Wenn man gleichwohl die kleinen Correctionen aufsuchen will,

---

1) Thatsächlich wäre zu der Anwendung auf den numerischen Fall auch noch zu erwähnen, dass die Fehlersumme in der Columne 55 bis 60° entgegengesetztes Zeichen mit derjenigen für 50 bis 55° hat, so dass schon hiedurch angedeutet ist, dass ihr Zahlenwerth vielmehr dem Zufall als einem constant wirkenden Fehler der Tafel zuzuschreiben sein wird.

welche dem jetzt vorhandenen Material am besten Genüge leisten, und wenn man zu dem Ende nunmehr mit $\Delta\varphi z$ diejenige Aenderung bezeichnet, welche zu dem aus der älteren Tafel entnommenen Werthe einer Grösse φz hinzugelegt werden soll, um den genauern Werth $\varphi z + \Delta\varphi z$ zu erlangen (wobei wir die Correction $\Delta\varphi z$ vorläufig innerhalb des Umfanges von 5 Graden als constant ansehen), so ist zunächst zu bemerken, dass die Untersuchung der Beobachtungsfehler für sich nicht zu den absoluten Werthen der $\Delta\varphi z$ führen kann, sondern dieselben nur vorbehaltlich einer willkürlichen Constanten bestimmt. Denn wäre auf irgend eine Weise ein System von Werthen $\Delta\varphi z$ gefunden, welches die Fehler möglichst klein machte, so würde ein anderes System $\Delta\varphi z + C$ für jeden von z unabhängigen Werth C genau dasselbe leisten, weil in dem reducirten Resultate einer Beobachtung immer der Unterschied zweier Werthe φz auftritt, und also in demselben C hinausfällt. Die Bestimmung dieser Grösse ergibt sich erst durch die Bedingung, dass für $z = 0$ auch $\Delta\varphi z$ (sowie φz selbst) Null sein muss nach der Definition dieser Grössen. Da man dieser Bedingung nachträglich auf die einfachste Weise durch eine constante Aenderung aller $\Delta\varphi z$ genügen kann, so hat man die Freiheit, vorläufig bei der Untersuchung der Beobachtungsfehler (der diese Bedingung ganz fremd ist) diese Correctionen noch einer willkürlichen Bedingung zu unterwerfen, durch welche nur über den einstweilen der Constanten gegebenen Werth verfügt wird; ich werde annehmen, man statuire vorläufig, dass

$$m_1 \Delta\varphi_1 + m_2 \Delta\varphi_2 + m_3 \Delta\varphi_3 + \ldots = 0$$

sein soll[1]. In dieser Gleichung bezeichnen $\Delta\varphi_1$, $\Delta\varphi_2$, $\Delta\varphi_3$ ... die (achtzehn) verschiedenen Werthe der Correction, von welchen jeder als

---

1) Durch diese Anordnung wird der vorläufige Nullpunkt der $\Delta\varphi$ in das *mittlere Niveau* dieser Correctionen gelegt, — wenn man den bildlichen Ausdruck gestatten will.

giltig angenommen wird für ein Intervall der Zenitdistanz von 5^0, — und m_1, m_2, m_3 . . . mögen Factoren vorstellen, welche der Häufigkeit des Vorkommens einer Zenitdistanz aus dem ersten, dem zweiten, dritten etc. Intervalle in unseren Beobachtungen proportional seien. In derjenigen unserer Columnen, welche dem p^{ten} Intervalle der Zenitdistanzen entspricht, wird dann jeder einzelne Fehler sein

$$= \Delta\varphi_p - \Delta\varphi_i \pm \varkappa,$$

wobei $\varkappa$ den eigentlich zufälligen Fehler der Beobachtung repräsentirt, und i die Nummer des Intervalles vorstellt für die Zenitdistanz des zweiten Sternes, welcher mit demjenigen verglichen wurde, dessen z der Columne p zugehört hat. Es kann also i jede Zahl von 1 bis 18 bezeichnen, auch einschliesslich der Zahl p selbst. Die Summation aller Fehler in unserer Columne wird hiernach geben

$$n\Delta\varphi_p - \mu_1\Delta\varphi_1 - \mu_2\Delta\varphi_2 - \mu_3\Delta\varphi_3 - \ldots \pm K,$$

wo n die Anzahl aller Beobachtungen von Sternen in der Zenitdistanz des Intervalles p bezeichnet, μ_1, μ_2, μ_3 . . . die Anzahlen sind der Vergleichungen eines diesem Intervalle zufallenden Sternes mit solchen, deren Zenitdistanzen der Reihe nach zwischen 0 und 5^0, 5 und 10^0, 10 und 15^0 etc. fallen, und wo K den Gesammteffect der zufälligen Fehler vorstellt. Wenn man nun über ein bedeutendes Material verfügt, so wird man mit Approximation annehmen können, dass die Grössen μ_1, μ_2, μ_3 . . . sich zu einander verhalten, wie die m_1, m_2, m_3 . . . (d. h. dass z. B. die Anzahl aller der Fälle, in welchen ein Stern der Zenitdistanz z verglichen ist mit einem solchen in Zenitdistanzen zwischen 0 und 5^0, sich verhält zur Anzahl aller Fälle, in welchen ein Stern der ersteren Zenitdistanz überhaupt beobachtet ist, ungefähr ebenso, wie die Anzahl aller Beobachtungen, in welchen Zenitdistanzen zwischen 0 und 5^0 vorkommen, zur Anzahl aller Beobachtungen überhaupt); — in dieser Voraussetzung verschwinden die Glieder[1]

---

1) Sie würden nicht verschwinden, wenn man die Fehler, welche in der

$$-\mu_1 \varDelta\varphi_1 - \mu_2 \varDelta\varphi_2 - \mu_3 \varDelta\varphi_3 - \ldots$$

und indem man mit n dividirt, ergibt sich als arithmetisches Mittel der Fehler unserer Columne die Grösse

$$\varDelta\varphi_p \pm \frac{1}{n} K$$

d. h. bis auf die Entstellung durch rein zufällige Fehler ist das arithmetische Mittel aller in eine Columne fallenden Fehler selbst dem gesuchten Werthe von $\varDelta\varphi$ für diese Columne gleich.

Es wurden demnach diese Mittel für die einzelnen Intervalle der z gebildet, und zwar da, wo Fehler von 0.100 oder mehr vorkommen, sowohl mit Aufnahme, als mit Ausschluss derselben, wobei sich folgende Reihe von Werthen ergab:

z	0 bis 5°	5 bis 10°	10 bis 15°	15 bis 20°	20 bis 25°	25 bis 30°	30 bis 35°	35 bis 40°	40 bis 45°
Fehler-mittel.	— 0.0002	+ 0.0016	+ 0.0107	+ 0.0159 + 0.0068	+ 0.0023 + 0.0064	+ 0.0016 — 0.0015	— 0.0073 — 0.0029	+ 0.0010 + 0.0012	+ 0.0004 — 0.0024

z	45 bis 50°	50 bis 55°	55 bis 60°	60 bis 65°	65 bis 70°	70 bis 75°	75 bis 80°	80 bis 85°	85 bis 90°
Fehler-mittel.	— 0 0016 + 0.0057	+ 0.0049	— 0.0095 — 0.0061	— 0.0017	— 0.0035 + 0.0008	— 0.0044 — 0.0088	+ 0.0018	+ 0,0442 + 0.0257	— 0.036

---

graphischen Tafel der Diagonale sehr nahe fallen, nicht auch mit eingetragen hätte. Denn alsdann würde in der Summe dieser Glieder das Glied $\mu_p \varDelta\varphi_p$ (und vielleicht noch eines oder das andere von den nächststehenden) fehlen. — Uebrigens bedarf es kaum der Erwähnung, dass, wenn man die im Texte gemachte Voraussetzung nicht für hinlänglich nahe zutreffend erachten würde, nichts im Wege stände, dieselbe bloss für eine erste Annäherung zuzulassen, nachdem man durch dieselbe genäherte Werthe aller $\varDelta\varphi$ gefunden hätte, den genaueren Werth der Summe $\Sigma\mu\varDelta\varphi$ zu berechnen, und hiernach eine Verbesserung vorzunehmen. In dem vorliegenden Falle fand ich dazu keine Veranlassung.

Um diese Zahlen von ihren zufälligen Entstellungen so viel als möglich zu befreien, wendete ich ein graphisches Verfahren an. Ich trug die Zenitdistanzen (und zwar immer die den Mitten der Intervalle entsprechenden Werthe) als Abscissen, die abgeleiteten Fehlermittel als Ordinaten auf, und erhielt so eine Reihe von Punkten. Der gewählte Maassstab (in der beigegebenen Steintafel* im Verhältniss 4 : 3 reducirt) war für die Abscissen der von 3 Millimeter auf den Grad und für die Ordinaten von 4 Millimeter auf 0.001. In der Figur sind die Punkte, welche ohne Ausschluss der grossen Fehler sich ergeben durch Ringchen, die mit Ausschluss derselben construirten durch Sternchen bezeichnet[1]. Indem ich den einen so viel Gewicht wie den andern beilegte, zog ich nun zwischen allen hindurch eine Curve möglichst einfacher Krümmung: dass die Lage derselben wenig sicher bestimmt wird, versteht sich von selbst, weil in den Ordinatenwerthen der Gang von mehr positiven Werthen zu vorherrschend negativen und dann wieder zu mehr positiven doch nur ziemlich unsicher sich ausspricht. An der erhaltenen Trajectorie wurden dann mit demselben Coordinaten-Apparate, der zum Eintragen der Punkte gedient hatte, die Ordinatenwerthe von 4 zu 4 Grad Zenitdistanz abgelesen; sie ergaben sich, wie folgt:

---

1) Die letzten grossen Ordinaten + 0.0442 zu $z = 82.5$ und — 0.036 zu $z = 87.5$ konnten nicht verzeichnet werden, weil sie die Dimensionen des Blattes überschritten haben würden. — An die Betrachtung der Figur knüpft sich die Bemerkung, dass die Punkte der zweiten Art eben so oft über als unter die ihnen correspondirenden der ersten Art fallen, nämlich je 5 mal (mit Hinzurechnung des nicht verzeichneten Punktes 0.0442): einmal coincidiren beide fast genau. Diess spricht für die im Allgemeinen rein zufällige Entstehung der grossen Fehler (durch nicht wahrgenommene partielle Trübung des Himmels etc.): wenn nämlich dieselben in der Regel etwa durch einen *im Ganzen* unter dem Gewöhnlichen bleibenden Durchsichtigkeitszustand der Luft bedingt würden, so müsste man annehmen, dass sie die Fehlersummen vorherrschend nach der positiven Seite verrücken würden.

z = 0° . . .	+ 0.0063	z = 32° . . .	+ 0.0019	z = 64° . . .	— 0.0042
4 . . .	64	36 . . .	+ 06	68 . . .	40
8 . . .	63	40 . . .	— 04	72 . . .	34
12 . . .	60	44 . . .	15	76 . . .	24
16 . . .	56	48 . . .	24	80 . . .	— 05
20 . . .	51	52 . . .	31	84 . . .	+ 32
24 . . .	43	56 . . .	37	88 . . .	99
28 . . .	31	60 . . .	41		

Diese Zahlen wurden noch an den Differenzen, von 4 zu 4 und auch von 8 zu 8 Graden, geprüft, wobei keine weiter auszugleichenden Unregelmässigkeiten zum Vorschein kamen. Vermindert man sie alle um 0.0063, um $\Delta\varphi o$ auf 0 zu bringen, so erhält man demnach diejenigen Correctionen der Extinctionstafel, welche die Uebereinstimmung der Beobachtungen unter sich so vollständig als möglich machen. Diese Veränderungen sind aber so klein, dass die durch ihre Berücksichtigung zu erlangende Verbesserung sehr problematisch bleibt. Wenn man Zenitdistanzen von mehr als 86° nicht zulässt, so wird im extremen Falle das Resultat einer Beobachtung, nach der alten Tafel reducirt, nur um 0.0105 anders erhalten werden, als wenn man die neuen Correctionen berücksichtigt; dieses Maximum der Differenz ergibt sich dann, wenn ein Stern beim Zenit verglichen wird mit einem solchen in 64° Zenitdistanz, und es beträgt nur $\frac{1}{13}$ der ganzen in diesem Falle aus der Tafel zu entnehmenden Reduction.

Untersucht man noch, in wie fern unsere Correctionen den Vermuthungen entsprechen, welche oben unter a, b, c, d über die vorzunehmenden Veränderungen der Tafel aus der Gruppirung der Zeichen der einzelnen Fehler geschöpft worden sind, so findet sich, dass allerdings geringe Verbesserungen im Sinne der Punkte a, c und d statt haben würden; was aber den Punkt b angeht, so würde die unbedeutende Veränderung das Vorherrschen der Fehler des einen Zeichens in der betreffenden Gegend etwas verstärken.

Man kann auch bemerken, dass die Vorzeichen unserer $\Delta\varphi$ im Ganzen in dem Sinne liegen, die Uebereinstimmung der Tafel mit der Laplace'schen Extinctionstheorie um etwas, jedoch nur unbedeutend, zu vergrössern. (Vgl. Abh. I §. 6, und namentlich die Stelle p. 75 unten.)

Wenn man die kleinen Correctionen, um die Constante — 0.0063 verändert, zu den Werthen von φz der Tafel in Abh. I p. 43 hinzufügt, so ergibt sich nunmehr folgende verbesserte Tafel der Extinctionen:

Corrigirte Tafel für die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre.

z	φz	z	φz	z	φz	z	φz		z	φz	
13°	0,000	28°	0,003	43°	0,016	58°	0,073		73°	0,223	
14	0,000	29	0,003	44	0,018	59	0,080	7	74	0,240	17
15	0,000	30	0,004	45	0,020	60	0,087	7	75	0,259	19
16	0,001	31	0,004	46	0,023	61	0,094	7	76	0,279	20
17	0,001	32	0,005	47	0,026	62	0,102	8	77	0,301	22
18	0,001	33	0,005	48	0,029	63	0,110	8	78	0,325	24
19	0,001	34	0,006	49	0,032	64	0,119	9	79	0,352	27
20	0,001	35	0,006	50	0,036	65	0,129	10	80	0,384	32
21	0,002	36	0,007	51	0,040	66	0,139	10	81	0,423	39
22	0,002	37	0,008	52	0,044	67	0,149	10	82	0,478	55
23	0,002	38	0,009	53	0,048	68	0,160	11	83	0,545	67
24	0,002	39	0,010	54	0,052	69	0,171	11	84	0,613	68
25	0,002	40	0,011	55	0,057	70	0,182	11	85	0,682	69
26	0,003	41	0,012	56	0,062	71	0,194	12	86	0,754	72
27	0,003	42	0,014	57	0,067	72	0,208	14			
28	0,003	43	0,016	58	0,073	73	0,223	15			

§. 7.

Als das Hauptresultat in Betreff der Extinction, zu welchem die

verschiedenen Wege der Untersuchung geleitet haben, muss angesehen werden, *dass die Vergleichung der älteren Tafel mit tausend aus den Beobachtungen geschöpften Oertern keine Nöthigung hat hervortreten lassen, jene Tafel zu Gunsten einer neuen bei Seite zu legen.* Wollte man auch an ihre Stelle die zuletzt gegebene corrigirte Tabelle setzen, so würde damit gar nichts Wesentliches geändert werden. Für die Vertauschung kann am besten *das* Argument geltend gemacht werden, dass die Wahrscheinlichkeit gleich grosser künftiger Correcturen bei der neuen Tafel noch kleiner sich darstellt, als bei der alten[1]; doch scheint mir bei der Geringfügigkeit der Differenzen zwischen beiden der Vortheil überwiegend, so lange als möglich die gleichen Reductionselemente beizubehalten, und sich einer Tafel zu bedienen, welche jetzt an einer so grossen Menge von Beobachtungen, *die nichts zu ihrer ursprünglichen Aufstellung beigetragen haben,* die Controle bestanden hat. Ich werde daher bis auf weiteres fortfahren, die uncorrigirte Tabelle aus Abh. I zu gebrauchen, welche jedenfalls die mittlere Durchsichtigkeit der Luft in den verschiedenen Höhen für München sehr nahe richtig darstellt.

Nachdem die jetzt besprochene Untersuchung Veranlassung gegeben hatte, die einzelnen Beobachtungsfehler in Classen zu bringen nach den Zenitdistanzen der verglichenen Sterne, so wollte ich die gemachte Zusammenstellung derselben auch noch benützen, um zu erfahren, in welcher Weise ungefähr die Grösse des wahrscheinlichen Fehlers einer Messung von den beiden derselben entsprechenden Zenitdistanzen abhänge. Wenn diese z_1 und z_2 genannt werden, und wenn ε_1 die

---

1) Ich finde z. B., nach einem vorläufigen Ueberschlag, dass für die Zenitdistanzen zwischen 55 und 60° der wahrscheinliche Fehler, welcher oben für die ältere Tafel gefunden worden ist = 0,0096, für die neue sich vermindert auf 0,0055, also auf $^4/_7$ seines Werthes, und dass in der letztern die Wahrscheinlichkeit, der Fehler werde den Betrag 0,0096 nicht überschreiten, etwas mehr als 4 gegen 1 wird, anstatt dass sie 1 gegen 1 ist bei Anwendung der älteren Tafel.

wahrscheinliche Unsicherheit ist, welche in der Beurtheilung der Helligkeit eines Sternes in der ersteren Zenitdistanz stattfindet, und ε_2 die analoge Function von z_2 vorstellt, so wird aus beiden für die Vergleichung der zwei Sterne ein wahrscheinlicher Fehler resultiren $= \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}$. Der mittlere Werth für jedes der beiden Quadrate wird sein $= \frac{1}{2} \alpha^2$, weil, wenn nicht nach Zenitdistanzen unterschieden wird, $\alpha = 0{,}0272$ der ganze wahrscheinliche Fehler ist. Wenn man daher den letzteren auch für eine einzelne unserer Columnen *besonders* ableitet (für welche z_1 und also auch ε_1 einen festen Werth hat, während z_2 alle Werthe haben kann und also ε_2 um die Grösse $\frac{1}{\sqrt{2}}\,\alpha$ herum schwankt), und wenn man ihn für diese besondere Columne α_1 nennt, so wird annähernd sein $\alpha_1 = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \frac{1}{2}\alpha^2}$, so dass man ε_1 aus den bekannten Grössen α und α_1 berechnen kann. Die Werthe von α_1 für die verschiedenen Columnen habe ich auf die Art abgeleitet, dass ich für jede das arithmetische Mittel aller Fehler, ohne Rücksicht auf ihre Vorzeichen, bildete, und es mit 0,845 . . . multiplicirte; es fand sich dabei folgende Reihe von Zahlen für die von 5 zu 5^0 fortschreitenden Intervalle der Zenitdistanzen:

0,025; 0,032; 0,029; 0,022; 0,028; 0,029; 0,030; 0,026; 0,032; 0,037; 0,027; 0,028; 0,031; 0,042; 0,041; 0,044; 0,076; 0,036.

Da in derselben, wie man es erwarten musste, das regelmässige Fortschreiten der Werthe durch zufällige Entstellungen unterbrochen ist, so wendete ich wieder eine kleine Construction zur Ausgleichung dieser Störungen an, und setzte zufolge derselben an die Stelle der unmittelbar erhaltenen Reihe die folgende[1]:

---

1) Für das letzte Intervall, 85—90°, kann kein Werth mit einiger Sicherheit angesetzt werden, weil nur Eine Beobachtung in dasselbe fällt.

0,026; 0,026; 0,027; 0,027; 0,027; 0,027; 0,028; 0,028; 0,029;
0,030; 0,032; 0,034; 0,037; 0,040; 0,044; 0,051; 0,060.

Hiernach wurden nunmehr die Werthe von ε_1 gerechnet, die nach einer letzten kleinen Ausgleichung sich ergaben, wie folgt:

Zenit-Distanz.	Componente des wahrsch. Fehlers.	Sec. z.
0°		
	0,0100	1,00
5		
	0,0103	1,01
10		
	0,0106	1,02
15		
	0,0110	1,05
20		
	0,0115	1,08
25		
	0,0122	1,13
30		
	0,0130	1,19
35		
	0,0140	1,26
40		
	0,0152	1,36
45		
	0,0167	1,48
50		
	0,0187	1,64
55		
	0,0211	1,86
60		
	0,0240	2,17
65		
	0,0276	2,61
70		
	0,0324	3,32
75		
	0,0388	4,62
80		
	0,0470	7,66
85		

Wenn man also z. B. für eine Vergleichung zweier Sterne in 36° und in 77° Zenitdistanz den wahrscheinlichen Fehler bestimmen wollte (genauer als er durch den im Durchschnitt aller Zenitdistanzen geltenden Werth 0,0272 repräsentirt wird), so würde man ihn erhalten $= \sqrt{(0{,}0140)^2 + (0{,}0388)^2} = 0{,}0405$, u. s. w. Man könnte hiernach Gewichte für die einzelnen Beobachtungen ableiten; ich habe jedoch eine solche Anwendung nicht gemacht, sondern nur gelegentlich

die hier angeregte Frage mit zur Erörterung ziehen wollen. Die angesetzten Werthe von ε_1 werden zwar für die neueren Beobachtungen etwas zu gross sein, weil diesen (wie sich später zeigen wird) ein wesentlich kleinerer Werth von α zukommt, als der im Durchschnitt aus *allen* Beobachtungen abgeleitete; doch können die Zahlen des Täfelchens jedenfalls dienen, eine Vorstellung von dem allmähligen Wachsen der Unsicherheit mit zunehmenden Zenitdistanzen zu geben.

Die theoretische Untersuchung der Extinction, wie sie u. A. von Lambert und von Laplace aufgestellt worden ist, zeigt bekanntlich, wenn man ihr die einfachsten Hypothesen zu Grunde legt, dass der Betrag derjenigen numerischen Correction, welche man zum Logarithmus der beobachteten Helligkeit eines Sternes hinzu legen muss, um ihn so zu erhalten, wie er ohne den Zwischentritt der Atmosphäre sich ergeben haben würde, annähernd proportional wird der Secante der Zenitdistanz. In meiner ersten Abhandlung habe ich gezeigt, dass dieses Gesetz in der That den Beobachtungen über die Extinction, so lange man nicht dem Horizonte gar zu nahe kommt, in genügender Weise entspricht. Man hat hiernach Grund zu erwarten, dass auch die Unsicherheiten jener Correction in den verschiedenen Zenitdistanzen annähernd den Secanten derselben proportional sein werden, und wirklich findet sich diese Vermuthung bestätigt, wenn man die Zahlen des obigen kleinen Täfelchens mit den Werthen von Sec. z vergleicht, die ich zu dem Ende in der dritten Columne neben sie gesetzt habe. Nur bei den allerletzten Zahlen zeigt sich, dass die Fehler nicht so schnell zunehmen, als die Secanten, — sowie denn auch in meiner ersten Abhandlung gezeigt ist, dass sehr nahe dem Horizont die wirklichen Extinctionen kleiner sind, als die theoretischen. (Uebrigens nehmen die letzten Fehlergrössen auch langsamer zu, als die entsprechenden empirisch bestimmten Extinctionen.) Schliesst man die letzte Zeile des Täfelchens aus, so findet sich, dass unsere Componenten ziemlich gut dargestellt werden durch die Formel $\frac{1}{100}$ Sec. z $(1 + \frac{1}{30})$; schliesst man auch die vorletzte aus, so entspricht

den übrigen noch etwas besser der Ausdruck $^1/_{100}$ Sec. z $(1 + {}^1/_{15})$. Die ganze Extinctionsgrösse (i. e. logarithmische Reduction, nicht auf die Zenitalhelligkeit, sondern auf den leeren Raum, $= \varphi z$ + Const.) ist nach Abhandl. I p. 73 und 81, wenn man sich erlaubt, die scheinbaren Zenitdistanzen mit den wahren zu vertauschen und die dort vorkommende wenig variable Grösse α constant zu setzen, gefunden worden $= 0{,}0948$ Sec. z; ihre wahrscheinliche Unsicherheit für eine einzelne Beobachtung macht also sehr nahe $^1/_9$ ihres ganzen Betrages aus. Für die neuen Beobachtungen allein, für welche (s. §. 9) der wahrscheinliche Fehler nahezu im Verhältniss $^8/_9$ kleiner gefunden wird, als er hier angenommen war, wird seine Componente in ähnlichem Verhältnisse, also ungefähr auf $^1/_{10}$ der ganzen Extinctionsgrösse, sich vermindern.

Die hier angestellte Betrachtung begründet zugleich den Schluss, dass die Schwankungen in der Durchsichtigkeit der Luft die vornehmste Ursache der Abweichungen der einzelnen Beobachtungs-Resultate unter einander sind. Denn wenn andere Umstände, z. B. Veränderlichkeit der Sterne, neben jenen Schwankungen eine Rolle von ähnlicher Bedeutung spielen würden, so könnte die *rein empirisch* gefundene Abhängigkeit der Fehler von den Zenitdistanzen sich nicht so genau, als es wirklich der Fall ist, der Formel Const. Sec. z accomodiren, welche letztere theoretisch nur so lange plausibel ist, als man die Annahme macht, dass die einzelnen Unregelmässigkeiten in überwiegender Weise bedingt werden von *atmosphärischen* Einflüssen.

§. 8.

Nachdem die Prüfung der Extinctionstafel ergeben hat, dass es nicht erforderlich ist, die Beobachtungen in dieser Rücksicht einer neuen Reduction zu unterziehen, so ist die nächste Aufgabe für uns, aus allen Messungen die wahrscheinlichsten Werthe für die Logarithmen der Helligkeiten der Sterne des Netzes abzuleiten. Bei der bedeutenden Anzahl dieser Unbekannten (72) und der mannigfachen Art ihrer Verbin-

dung durch die Beobachtungen würde die Ableitung, und namentlich die Auflösung der Normalgleichungen nach dem gewöhnlichen Gange des Algorithmus der Methode der kleinsten Quadrate sehr mühsam werden; es gibt aber eine andere Art, zu denselben Resultaten zu gelangen, welche unserem Falle ganz angemessen ist, und die auch für eine noch bei weitem grössere Anzahl von Unbekannten und von Gleichungen die wahrscheinlichsten Werthe verhältnissmässig leicht liefert. Ist x der unbekannte Logarithmus der Helligkeit eines bestimmten Sternes A, während y, z, u, etc. die ebenfalls unbekannten Logarithmen für die mit ihm verglichenen Sterne B, C, D, etc. vorstellen (wobei unter den letzteren Grössen mehrere gleich zu setzen sind, wenn dasselbe Paar von Sternen wiederholt verglichen ist), und sind α, β, γ, etc. die durch die einzelnen Beobachtungen erhaltenen Helligkeitsunterschiede (reducirt wegen Extinction), so haben die Bedingungsgleichungen, in welchen x vorkommt, folgende Form:

$$\begin{aligned} x - y &= \alpha \\ x - z &= \beta \\ x - u &= \gamma \\ &\text{etc.} \end{aligned}$$

Haben diese Gleichungen verschiedene Gewichte, so kann man diesen Fall auf den einfacheren dadurch reducirt denken, dass man jede von ihnen angeschrieben denkt eine Anzahl mal, welche proportional ist ihrem Gewicht. Leitet man nun nach den Vorschriften der Methode der kleinsten Quadrate diejenige Normalgleichung ab, in welcher x die ausgezeichnete Stelle einnimmt, so wird dieselbe für unseren Fall ganz einfach dadurch erhalten, dass man die obigen Gleichungen alle zusammen addirt. Das Ergebniss kann daher, wenn m die Zahl der Gleichungen ist, in die Form gestellt werden

$$x = \frac{1}{m}\left((y + \alpha) + (z + \beta) + (u + \gamma) + \dots\right)$$

Hier sind aber $y + \alpha$, $z + \beta$, $u + \gamma$ etc. der Reihe nach die

Werthe, welche aus den einzelnen Beobachtungen für x sich ergeben würden, wenn die wahrscheinlichsten Werthe von y, z, u etc. schon bekannt wären. Das Resultat heisst daher, in Worte übersetzt, ganz einfach: *der wahrscheinlichste Werth einer jeden Unbekannten ist das arithmetische Mittel* (genommen mit Rücksicht auf Gewichte) *aus all den einzelnen Werthen, welche man für diese Unbekannte durch die einzelnen Beobachtungen* (mit Voraussetzung der besten Werthe für die übrigen Unbekannten, d. h. hier für die Logarithmen der Helligkeiten der Vergleichungssterne) *erhält.* Dieses Mittel findet man leicht so genau, als irgend nothwendig sein mag, durch successive Annäherung. Wenn auf irgend eine Weise ein System von approximirten Werthen aller Unbekannten erlangt worden ist, so nimmt man zunächst aus diesem die Werthe y, z, u etc. und wird damit einen schon wesentlich besseren Werth von x erhalten; auf dieselbe Art berechnet man y, z, u . . . . neu, indem man immer die besten bereits vorliegenden Werthe für die Grössen auf der rechten Seite der Gleichung anwendet[1]; nachdem so ein corrigirtes System x, y, z . . . . gefunden ist, benützt man die diesem angehörigen Werthe y, z . . . . um ein abermals verbessertes x zu finden (was sehr wenig Mühe macht, weil man die Correction von x aus den Correctionen von y, z . . . . allein erhält, also diessmal nur mit kleinen Grössen zu thun hat), u. s. w. Findet sich an irgend einer Stelle der Rechnung für irgend eine Grösse eine etwas stärkere Correction, so ist es gut, ehe man zu den noch rückständigen Unbekannten übergeht, erst die schon vorher berechneten, soweit sie dadurch afficirt werden können, selbst nochmals zu verbessern. Das ganze Verfahren

---

1) Es ist gut, zuerst die Rechnung für solche Sterne zu führen, welche mit möglichst vielen und möglichst gut bestimmten anderen Sternen verglichen sind, damit die Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass die Fehler der rechts in der Gleichung stehenden Grössen y, z, u etc. sich zum Theil aufheben und überhaupt klein sind.

erfordert nur einige Ordnung in der Anlage der Rechnung; im Uebrigen ist es sehr bequem und bietet fast gar keine Gefahr von Irrungen. Ich hatte für die Berechnung jeder Unbekannten ein besonderes Folium eines Buches bestimmt: eine zweimalige Rechnung durch das System und ein paar nachträgliche Correctionen für einzelne Sterne genügten, um von den oben angesetzten vorläufigen Werthen aus zu denjenigeu zu gelangen, welche die Normalgleichungen erfüllen [1]. In der Rechnung habe ich bei der Bildung der Mittel vier Decimalen mitgenommen; man kann indessen bei keinem Stern mehr als zwei derselben als festgestellt ansehen. Das beste Urtheil über den Grad der Sicherheit der einzelnen Ergebnisse wird man aus der nachfolgenden Zusammenstellung der verschiedenen Bestimmungen desselben Sternes (der verschiedenen Werthe von $y + \alpha$, $z + \beta$ etc.) und aus ihrer Vergleichung mit dem Mittelwerthe (x) sich selbst bilden. Den grössten Anspruch auf Sicherheit können, ausser den Logarithmen für die Sterne erster Grösse (natürlich mit Ausnahme der sehr südlich stehenden und der rothen, für welche die Subjectivität des Beobachters starken Einfluss ausübt) die Zahlen machen, welche abgeleitet worden sind für *α Andromedae*, *γ Aquilae*, *β Aurigae*, *12 Canum venaticorum*, *γ Cassiopejae*, *α Coronae*, *β Leonis*, *γ Lyrae*, *α Ophiuchi*, *ζ Orionis*, *α Pegasi*, *α Persei*, *β Tauri*, *γ Ursae*

1) Will man, was an sich nicht nöthig ist, aber im Belieben steht, die Einheit der Helligkeiten so wählen, dass der Logarithmus für einen bestimmten Stern (in meiner Rechnung für Wega) Null oder sonst eine gegebene Grösse ist, so empfiehlt es sich dennoch, wegen der Gleichmässigkeit des Verfahrens, bei den successiven Correcturen diesen Stern auf dieselbe Art wie alle übrigen zu behandeln. Hiernach wird zwar der anfänglich angesetzte Werth 0 des Logarithmus seiner Helligkeit durch die successiven Verbesserungen sich ändern; zuletzt addirt man aber, wenn sämmtliche Logarithmen in die möglichst beste Harmonie gebracht sind, zu allen eine Constante, welche so gewählt ist, dass für den Normalstern wieder Null herauskommt. Die Beobachtungen geben nur Aufschluss über die *Differenzen* der Logarithmen.

majoris, *α Ursae minoris*, welche am vielfachsten unter sich verglichen worden sind, und nebst den Sternen erster Grösse unsere *Fundamentalsterne* vorstellen, insoferne (mit nur ein paar Ausnahmen) jeder überhaupt beobachtete Stern wenigstens mit Einem von ihnen verglichen ist. Am häufigsten unter allen Sternen hatten wir im Photometer *Wega, Capella, Deneb* und den *Polarstern.*

Nachstehende Zusammenstellung, welche alphabetisch nach Sternbildern geordnet ist, hat zugleich den Zweck, zur Uebersicht des Beobachtungsnetzes zu dienen, weil sie direct die Verbindungen darlegt, welche zwischen den einzelnen Sternen desselben durch Messung ihrer Helligkeitsverhältnisse hergestellt worden sind. Ihre Einrichtung ist die, dass dem Namen eines jeden Sternes sogleich der wahrscheinlichste Werth des Logarithmus seiner Helligkeit (unser x) beigefügt ist, log. Wega $= 0$ gesetzt; darauf folgen dann die einzelnen für ihn vorliegenden Messungsresultate nach der Reihe, indem jedesmal neben der Nummer der betreffenden Beobachtung der aus der Messung hervorgehende (und wegen Extinction reducirte) Helligkeitsunterschied steht (das heisst nach der zuletzt gebrauchten Bezeichnung, der Werth von α, oder von β, γ etc.) und neben diesem die Bezeichnung des Vergleichungssternes; darunter ist gesetzt der (definitiv wahrscheinlichste) Logarithmus der Helligkeit dieses letzten Sterns (also y oder z, u . . . .); die beiden Zeilen sind dann durch eine Klammer verbunden, neben welcher die Summe $\alpha + y$, $\beta + z$ etc. angeschrieben ist, d. h. der Werth, welcher für den Logarithmus der Helligkeit des in Untersuchung gezogenen Sternes aus der einzelnen Beobachtung hervorgehen würde, und der Eine von den Grössen vorstellt, deren arithmetisches Mittel den gegebenen Werth von x selbst liefert. Zahlen von halbem Gewichte sind mit : bezeichnet; diejenigen, welche ganz ausgeschlossen werden mussten, entweder weil Zenitdistanzen von mehr als 80^0 auf sie eingewirkt hatten, oder (bei den wenigen schon oben besonders hervorgehobenen Beobachtungen), weil sie sonst für unbrauchbar zu halten waren, stehen

in eckigen Klammern. In runden Klammern findet man die Ergebnisse solcher Beobachtungen beigefügt, die entweder erst nach der definitiven Durchrechnung durch das Netz erlangt worden sind, oder sich auf Sterne beziehen, die erst nach derselben noch annexirt wurden; sie haben nicht mehr mitstimmen können, werden aber der Vergleichung wegen hier mit angesetzt. Da die Messungen gegenwärtig noch fortgesetzt werden, so versteht es sich, dass im Augenblicke, wo ich schreibe, die abgeleiteten Werthe für die Unbekannten schon nicht mehr ganz die wahrscheinlichsten sind, obgleich sie denselben noch sehr nahe kommen. Das zur *consequenten* Bearbeitung zugezogene Material schliesst für die Berechnung des Netzes ab mit der Epoche von 1860, August 25, oder mit der Beobachtung Nr. 695. Unsere Methode der Ableitung der wahrscheinlichsten Werthe erlaubt eigentlich eine fortlaufende Verbesserung derselben mit Hilfe eines jeden grösseren oder kleineren neuen Beitrages; indessen musste ich *hier* auf dieselbe verzichten, um nicht an verschiedenen Stellen der Arbeit Zahlen aufzuführen, welche nicht vollständig zusammen passen.

Vergleichende Zusammenstellung

der Resultate aller einzelnen Helligkeitsmessungen der verschiedenen Sterne des photometrischen Netzes.

Geordnet nach alphabetischer Folge der Namen der Sternbilder.

Zugleich als Register zur Uebersicht der in dem Netze enthaltenen directen Vergleichungen.

α Andromedae log. = 9,1897.

Nr.			
Nr. 331	9,181 0,000	Wega	9,181
485	9,331 9,913	Capella	9,244
465	9,675 9,492	Deneb	9,167
600	9,474 9,690	Attair	9,164

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 495	9,777 9,482	Aldebaran	9,259:
330	0,064 9,143	γ Cassiopejae	9,207
315	0,170 9,038	γ Andromedae	9,208
357	0,183 9,051	α Arietis	9,234

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 472	0,287 8,897	β Arietis	9,184
489	9,965 9,229	α Persei	9,194
460	0,186 8,973	α Pegasi	9,159
468	0,337 8,849	γ Pegasi	9,186
610	0,296 8.816	ε Pegasi	9,112
713	(0,239) 8,967	α Cephei	(9,206)
718	(9,255) 0,000	Wega	(9,255)
733	(9,169) 0,000	Wega	(9,169):

γ Andromedae log. = 9,0384.

Nr.		Stern	
Nr. 499	9,165 9,913	Capella	9,078
327	9,526 9,492	Deneb	9,018
315	9,830 9,190	α Andromedae	9,020

α Aquilae (Attair) log. = 9,6903.

Nr.		Stern	
Nr. 57	9,639 0,000	Wega	9,639
104	9,703: 0,000	"	9,703:
105	9,692 0,000	"	9,692
203	9.666 0.000	"	9,666
423	9,681 0,000	"	9,681
464	9,697 0,000	"	9,697
98	[9,835] 9,913	Capella	[9,748]
458	9,791 9,913	"	9,704
611	9,798 9,913	"	9,711

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 101	9,753 9,900	Arcturus	9,653
103	9,716 9,900	Arcturus	9,616:
428	9,761 9,900	"	9,661:
563	9,805 9,900	"	9,705
574	9,755 9,900	"	9,655:
99	0,237 9,492	Deneb	9,729
102	0,279 9.492	"	9,771:
106	0,208 9,492	"	9,700
204	0,242 9,492	"	9,734
271	0,185 9,492	"	9,677
427	0,193 9,492	"	9,685
666	0,009 9,686	Spica	9,695:
259	1,055 8,698	γ Aquilae	9,753
453	0,989 8,698	"	9,687
567	0,952 8,698	"	9,650
601	0,857 8,816	ε Pegasi	9,673:
604	0,871 8,816	"	9,687:
459	0,724 8,973	α Pegasi	9,697
461	0,536 9,160	α Ophiuchi	9,696
566	0,577 9,120	α Coronae	9,697
600	0,526 9,190	α Androm.	9,716
691	0,503 9,143	γ Cassiopejae	9,646

Fortsetzung.

Nr.				
Nr. 711	(9,688)	Wega	0,000	(9,688)
720	(0,461)	α Persei	9,229	(9,690)
727	(9,667)	Wega	0,000	(9,667)
728	(9,680)	Wega	0,000	(9,680)
729	(9,668)	Wega	0,000	(9,668)
730	(9,695)	Wega	0,000	(9,695)
731	(9,666)	Wega	0,000	(9,666)
732	(9,643)	Wega	0,000	(9,643)
738	(0,216)	Deneb	9,492	(9,708)
741a	(9,662 :)	Wega	0,000	(9,662 :)

γ Aquilae log. = 8,6984.

Nr.				
Nr. 259	8,945	Attair	9,690	8,635
453	9,011	„	9,690	8,701
567	9,048	„	9,690	8,738
576	9,226	Deneb	9,492	8,718
571	9,565	α Coronae	9,120	8,685
581	9,501	α Ophiuchi	9,160	8,661
324	0,085 :	γ Lyrae	8,667	8,752 :
583	0,064	„	8,667	8,731
462	9,893	ε Pegasi	8,816	8,709
686	0,265	72 Ophiuchi	8,413	8,678

α Arietis log. = 9,0509

Nr.				
Nr. 491	9,151	Capella	9,913	9,064

Fortsetzung.

Nr.				
Nr. 497	9,633 :	Aldebaran	9,482	9,115 :
357	9,817	α Andromed.	9,190	9,007
735	(9,496 :)	Deneb	9,492	(8,988 :)
739	(0,062)	α Pegasi	8,973	(9,035)

β Arietis log. = 8,8971.

Nr.				
Nr. 618	9,400	Deneb	9,492	8,892
472	9,713	α Andromed.	9,190	8,903

α Aurigae (Capella) log. = 9,9127.

Nr.				
Nr. 3	9,930	Wega	0,000	9,930
13	9,911	„	0,000	9,911
15	9,938	„	0,000	9,938
20	9,956	„	0,000	9,956
21	9,917	„	0,000	9,917
25	9,901	„	0,000	9,901
28	9,871 :	„	0,000	9,871 :
29	0,069 : :	„	0,000	0,069 : :
43	[9,881]	„	0,000	[9,881]
45	[0,018]	„	0,000	[0,018]
52	[9,931]	„	0,000 „	[9,931]
54	[9,998]	„	0,000	[9,998]
56	9,919 :	„	0,000	9,919 :
59	9,919 :	„	0,000	9,919 :
60	[9,937]	„	0,000	[9,937]

Fortsetzung.

Nr.			
64	9,990 : 0,000	Wega	9,990 :
70	9,964 : 0,000	„	9,964 :
73	9,851 0,000	„	9,851
74	9,926 0,000	„	9,926
78	9,852 0,000	„	9,852
80	9,815 : 0,000	„	9,815 :
114	9,850 0,000	„	9,850
159	9,915 : 0,000	„	9,915 :
209	9,957 : 0,000	„	9,957 :
333	9,894 0,000	„	9,894
352	9,903 0,000	„	9,903
396	[9,922] 0,000	„	[9,922]
452	9,979 0,000	„	9,979
457	9,971 0,000	„	9,971
471	9,906 0,000	„	9,906
477	9,903 0,000	„	9,903
482	9,947 : 0,000	„	9,947 :
483	9,886 0,000	„	9,886
486	9,898 0,000	„	9,898
490	9,887 0,000	„	9,887
616	9,906 0,000	„	9,906
642	9,912 0,000	„	9,912
32	9,230 : 0,632	Sirius	9,862 :

Fortsetzung.

Nr.			
34	9,116 : 0,632	Sirius	9,748 :
35	[8,989] 0,632	„	[9,621]
37	9,278 0,632	„	9,910
38	9,340 : 0,632	„	9,972 :
39	9,294 : 0,632	„	9,926 :
41	9,332 : 0,632	„	9,964 :
44	9,291 : 0,632	„	9,923 :
47	9,294 : 0,632	„	9,926 :
83	9,264 : 0,632	„	9,896 :
112	9,277 0,632	„	9,909
122	9,263 0,632	„	9,895
133	9,323 0,632	„	9,955
145	9,273 : 0,632	„	9,905 :
154	9,296 : 0,632	„	9,928 :
157	9,275 : 0,632	„	9,907 :
163	9,256 : 0,632	„	9,888 :
373	9,402 : 0,632	„	0,034 :
36	9,931 : 9,845	Procyon	9,776 :
40	0,002 : 9,845	„	9,847 :
46	0,127 9,845	„	9,972
124	0,078 : 9,845	„	9,923 :
126	0,064 : 9,845	„	9,909 :
128	0,080 9,845	„	9,925

Fortsetzung.

Nr.				
135	0,070	9,845	Procyon	9,915
178	0,055	9,845	„	9,900
239	0,047	9,845	„	9,892
49	0,001	9,900	Arcturus	9,901
69	9,934:	9,900	„	9,834:
165a	0,006	9,900	„	9,906
165b	0,042	9,900	„	9,942
42	[0,066]	9,997	Rigel	[0,063]
81	9,862	9,997	„	9,859
84*	[9,340]	9,997	„	[9,337]
88	9,908:	9,997	„	9,905:
119	9,946	9,997	„	9,943
129	9,891	9,997	„	9,888
134	9,931	9,997	„	9,928
148	9,951	9,997	„	9,948
367	9,961	9,997	„	9,958
1	[0,744]	9,101	Polarstern	[9,845]
2	0,841	9,101	„	9,942
7	0,749	9,101	„	9,850
10	0,738	9,101	„	9,839
11	0,892	9,101	„	9,993
18	0,805	9,101	„	9,906

Fortsetzung.

Nr.				
19	0,943	9,101	Polarstern	0,044
22	1,201	9,101	„	0,302
23	0,803	9,101	„	9,904
24	0,834	9,101	„	9,935
26	0,748	9,101	„	9,849
27	0,889	9,101	„	9,990
30	0,873	9,101	„	9,974
31	0,966:	9,101	„	0,067:
33	0,690	9,101	„	9,791
379	0,785	9,101	„	9,886
75	0,364	9,482	Aldebaran	9,846
155	0,391	9,482	„	9,873
500	0,451	9,482	„	9,933
48	0,392	9,513	Regulus	9,905
137	0,392	9,513	„	9,905
213	0,408	9,513	„	9,921
98	[0,165]	9,690	Attair	[9,855]
458	0,209	9,690	„	9,899
611	0,202	9,690	„	9,892
120	0,323	9,555	Beteigeuze	9,878
140	0,346	9,555	„	9,901
378	0,415	9,555	„	9,970

*) Bezieht sich wahrscheinlich nicht auf Capella, sondern auf β Aurigae.

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 518	0,384 9,555	Beteigeuze	9,939
90	0,455 : 9,461	Pollux	9,916 :
366	0,435 9,461	„	9,896
336	0,411 9,492	Deneb	9,903
493	0,390 9,492	„	9,882
653	0,264 : 9,686	Spica	9,950 :
368	0,502 9,360	β Tauri	9,862
380	0,564 9,360	„	9,924
505	0,542 9,360	„	9,902
364	0,666 9,249	β Aurigae	9,915
504	0,651 9,249	„	9,900
377	0,592 : 9,344	ζ Orionis	9,936 :
513	0,620 9,344	„	9,964
502	0,531 9,408	γ Orionis	9,939
485	0,669 9,190	α Andromed.	9,859
499	0,835 9,038	γ Andromed.	9,873
503	0,713 9,229	α Persei	9,942
496	0,718 9,143	γ Cassiopejae	9,861
82	1,396 : 8,511	γ Cephei	9,907 :
534	0,835 9,029	γ Urs. maj.	9,864
491	0,848 9,051	α Arietis	9,899
514	0,517 9,409	α Geminorum	9,926
369	0,945 8,979	ϑ Aurigae	9,924

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 736	(0,736) 9,160	α Ophiuchi	(9,896)
740	(9,896) 0,000	Wega	(9,896)

β Aurigae log. = 9,2495.

Nr.			
Nr. 364	9,334 9,913	Capella	9,247
504	9,349 9,913	„	9,262
614	9,713 9,492	Deneb	9,205
619	0,113 9,143	γ Cassiopejae	9,256
617	0,552 8,667	γ Lyrae	9,219
639	0,215 9,029	γ Ursae maj.	9,244
384	9,915 : 9,360	β Tauri	9,275 :
362	9,950 9,344	ζ Orionis	9,294
633	0,115 9,152	β Leonis	9,267
634	0,258 8,979	ϑ Aurigae	9,237
84	9,340 : : 9,997	Rigel ?	(9,337 : :)

ϑ Aurigae log. = 8,9795.

Nr.			
Nr. 369	9,055 9,913	Capella	8,968
634	9,742 9,249	β Aurigae	8,991

α Bootis (Arcturus) log. = 9,8999.

Nr.			
Nr. 50	9,929 0,000	Wega	9,929
51	9,901 0,000	„	9,901
53	9,971 : 0,000	„	9,971 :
66	[9,931] 0,000	„	[9,931]
173	9,875 0,000	„	9,875

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
188	9,859 0,000	Wega	9,859
196	9,889 0,000	„	9,889
216	9,866 0,000	„	9,866
245	9,920 0,000	„	9,920
255	9,893 0,000	„	9,893
261	9,874 0,000	„	9,874
267	9,921 0,000	„	9,921
268	9,876 0,000	„	9,876
291	9,862 0,000	„	9,862
437	9,871 0,000	„	9,871
549	9,898 0,000	„	9,898
559	9,896 0,000	„	9,896
671	9,901 0,000	„	9,901
49	9,999 9,913	Capella	9,912
69	0,066 : 9,913	„	9,979 :
165a	9,994 9,913	„	9,907
165b	9,958 9,913	„	9,871
96	0,223 9,686	Spica	9,909
168	0,185 9,686	„	9,871
187	0,162 9,686	„	9,848
194	0,239 : 9,686	„	9,925 :
279	[0,461] 9,686	„	[0,147]
389	0,234 : 9,686	„	9,920 :

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
100	0,362 : 9,464	Antares	9,826 :
190	0,486 : 9,464	„	9,950 :
278	0,482 : 9,464	„ „	9,946 :
101	0,247 9,690	Attair	9,937
103	0,284 : 9,690	„	9,974 :
428	0,239 : 9,690	„	9,929 :
563	0,195 9,690	„	9,885
574	0,245 : 9,690	„	9,935 :
269	0,406 9,492	Deneb	9,898
554	0,432 9,492	„	9,924
632	0,411 : 9,482	Aldebaran	9,893 :
643	0,394 9,513	Regulus	9,907
669	0,763 9,101	Polarstern	9,864
244	0,812 9,120	α Coronae	9,932
400	0,770 9,120	„	9,890
558	0,769 9,160	α Ophiuchi	9,929
586	0,752 9,160	„	9,912
665	0,951 8,916	ε Bootis	9,867
391	0,768 9,152	β Leonis	9,920
555	0,994 8,875	72 Can. ven.	9,869
247	0,718 9,182	ζ Ursae maj.	9,900
681	0,773 9,143	γ Cassiopejae	9,916

β Bootis log. = 8,4714.

Nr.			
668	9,002 9,492	Deneb	8,494
301	9,329 9,120	α Coronae	8,449

ε Bootis log. = 8,9165.

Nr.			
665	9,049 9,900	Arcturus	8,949
272	9,772 9,120	α Coronae	8,892
670	9,873 9,029	γ Ursae maj.	8,902
672	9,777 9,152	β Leonis	8,929

α Canis majoris (Sirius) log. = 0,6317.

Nr.			
32	0,770 : 9,913	Capella	0,683 :
34	0,884 : 9,913	„	0,797 :
35	[1,011] 9,913	„	[0,924]
37	0,722 9,913	„	0,635
38	0,660 : 9,913	„	0,573 :
39	0,706 : 9,913	„	0,619 :
41	0,668 : 9,913	„	0,581 :
44	0,709 : 9,913	„	0,622 :
47	0,706 : 9,913	„	0,619 :
83	0,736 : 9,913	„	0,649 :
112	0,723 9,913	„	0,636
122	0,737 9,913	„	0,650
133	0,677 9,913	„	0,590
145	0,727 : 9,913	„	0,640 :
154	0,704 : 9,913	„	0,617 :

Fortsetzung.

Nr.			
157	0,725 : 9,913	Capella	0,638 :
163	0,744 : 9,913	„	0,657 :
373	0,598 : 9,913	„	0,511 :
86	0,621 9,997	Rigel	0,618
89	[1,048] 9,997	„	[1,045]
224	0,594 9,997	„	0,591
235	0,651 9,997	„	0,648
512	0,819 9,845	Procyon	0,664
517	0,808 9,845	„	0,653
233	1,220 : 9,344	ζ Orionis	0,564 :

α Canis minoris (Procyon) log. = 9,8453.

Nr.			
36	0,069 : 9,913	Capella	9,982 :
40	9,998 : 9,913	„	9,911 :
46	9,873 9,913	„	9,786
124	9,922 : 9,913	„	9,835 :
126	9,936 : 9,913	„	9,849 :
128	9,919 9,913	„	9,832
135	9,930 9,913	„	9,843
178	9,945 9,913	„	9,858
239	9,953 9,913	„	9,866
512	9,181 0,632	Sirius	9,813
517	9,192 0,632	„	9,824
87	0,301 9,482	Aldebaran	9,783

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
231	9,843 9,997 :	Rigel	9,840 :
520	0,413 9,461	Pollux	9,874
519	0,387 9,513	Regulus	9,900
9	0,874 9,101 :	Polarstern	9,975 :
230	0,443 9,408	γ Orionis	9,851
623	0,430 9,344	ζ Orionis	9,774
365	0,637 9,207	ϰ Orionis	9,844
381	0,807 9,017	α Hydrae	9,824

12 Canum venaticorum log. = 8,8754.

Nr.		Stern	
555	9,006 9,900	Arcturus	8,906
304	9,751 : 9,120	α Coronae	8,871 :
667	9,678 9,160	α Ophiuchi	8,838
262	9,896 : 9,029	γ Urs. maj.	8,925 :
414	9,839 9,029	„	8,868
419	9,850 9,029	„	8,879
677	0,216 8,667	γ Lyrae	8,883
679	0,112 8,793	δ Cygni	8,905
644	9,408 : 9,409	α Geminorum	8,817 :
654	9,719 9,152	β Leonis	8,871
550	0,116 : 8,722	ε Virginis	8,838 :

γ Cassiopejae log. = 9,1433.

Nr.		Stern	
347	9,125 0,000	Wega	9,125
463	9,187 0,000	„	9,187

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
496	9,282 9,913	Capella	9,195
681	9,227 9,900	Arcturus	9,127
691	9,496 9,690	Attair	9,187
335	9,643 9,492	Deneb	9,135
446	9,606 9,492	„	9,098
438	9,989 9,120	α Coronae	9,109
608	9,975 : 9,160	α Ophiuchi	9,135 :
553	0,143 : 9,029	γ Urs. maj.	9,172 :
619	9,887 9,249	β Aurigae	9,136
629	9,805 9,344	ζ Orionis	9,149
330	9,936 9,190	α Andromed.	9,126
426	0,638 8,511	γ Cephei	9,149
692	0,174 8,967	α Cephei	9,141
693	0,396 8,736	β Cephei	9,132
340	(0,595 :) 8,605	ε Cassiopejae	(9,200 :)
714	(0,101) 8,973	α Pegasi	(9,074)
715	(9,943) 9,140	β Persei :	(9,083 :)
726	(9,893) 9,229	α Persei	(9,122)

ε Cassiopejae log. = 8,6047.

Nr.		Stern	
340	9,405 : 9,143	γ Cassiopejae	8,548 :
698	9,107 9,492	Deneb	8,599
699a	9,181 : 9,492	„	8,673 :

α Cephei log. = 8,9670.

Nr.		Stern	
288	9,473 9,492	Deneb	8,965
692	9,826 9,143	γ Cassiopejae	8,969
697	(0,206) 8,733	β Herculis	(8,939)
712	(0,263) 8,736	β Cephei	(8,999)
713	(9,761) 9,190	α Andromed.	(8,951)
717	(8,999) 0,000	Wega	(8,999)
721	(9,688) 9,229	α Persei	(8,917)

β Cephei log. = 8,7365.

Nr.		Stern	
285	9,234 9,492	Deneb	8,726
693	9,604 9,143	γ Cassiopejae	8,747
706	(0,319) 8,384	α Draconis	(8,703)
712	(9,737) 8,967	α Cephei	(8,704)

γ Cephei log. = 8,5110.

Nr.		Stern	
82	8,604 9,913	Capella	8,517
426	9,362 9,143	γ Cassiopejae	8,505

α Coronae (Gemma) log. = 9,1201.

Nr.		Stern	
547	9,218 0,000	Wega	9,218
575	9,061 0,000	„	9,061
244	9,188 9,900	Arcturus	9,088
400	9,230 9,900	„	9,130
433	9,569 9,492	Deneb	9,061
566	9,423 9,690	Attair	9,113
420	9,973 9,160	α Ophiuchi	9,133

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
588	9,885 9,160	α Ophiuchi	9,045
412	0,048 9,029	γ Ursae maj.	9,077
438	0,011 9,143	γ Cassiopejae	9,154
571	0,435 8,698	γ Aquilae	9,133
585	0,470 8,667	γ Lyrae	9,137
304	0,249 : 8,875	12 Can. ven.	9,124 :
545	9,962 : 9,152	β Leonis	9,114 :
561	0,234 8,919	β Librae	9,153
551	0,361 8,790	α Serpentis	9,151
577	0,638 8,447	ε Serpentis	9,085
682	0,705 8,447	„	9,152
569	0,418 8,733	β Herculis	9,151
306	0,713 : 8,396	γ Herculis	9,109
309	0,688 : 8,396	„	9,084 :
593	0,458 8,667	δ Herculis	9,125
307	0,399 : 8,667	„	9,066 :
308	0,428 : 8,667	„	9,095 :
683	0,428 8,667	„	9,095
587c	0,704 : 8,360	ε Herculis	9,064 :
592	0,819 8,360	„	9,179
413	0,758 8,360	„	9,118
310	0,470 : 8,424	η Herculis	8,894 :
312	0,694 8,424	„	9,118

Fortsetzung.

Nr.	Werte	Stern	Ergebnis
Nr. 321	0,674 8,424	η Herculis	9,098
587b	0,946 : 8,424	„	9,370 :
591	0,699 8,424	„	9,123
326	0,617 8,524	π Herculis	9,142
301	0,671 8,471	β Bootis	9,141
272	0,228 8,916	ε Bootis	9,144

α Cygni (Deneb) log. = 9,4918.

Nr.	Werte	Stern	Ergebnis
Nr. 71	9,525 : 0,000	Wega	9,525 :
79	9,473 0,000	„	9,473
107	9,536 0,000	„	9,536
264	9.480 0,000	„	9,480
270	9,504 0,000	„	9,504
431	9,490 0,000	„	9,490
448	9,506 0,000	„	9,506
590	9,501 0,000	„	9,501
336	9,589 9,913	Capella	9,502
493	9,610 9,913	„	9,523
99	9,763 9,690	Attair	9,453
102	9,721 : 9,690	„	9,411 :
106	9,792 9,690	„	9,482
204	9,758 9,690	„	9,448
271	9,815 9,690	„	9,505
427	9,807 9,690	„	9,497

Fortsetzung.

Nr.	Werte	Stern	Ergebnis
Nr. 269	9,594 9,900	Arcturus	9,494
554	9,568 9,900	„	9,468
206	0,392 9,101	Polarstern	9,493
257	0,399 9,101	„	9,500
284	0,371 9,101	„	9,472
300	0,367 9,101	„	9,468
318	0,385 9,101	„	9,486
322	0,361 9,101	„	9,462
329	0,396 9,101	„	9,497
341	0,427 9,101	„	9,528
417	0,384 9,101	„	9,485
441	0,320 9,101	„	9,421
455	0,351 9,101	„	9,452
661	9,934 9,513	Regulus	9,447
494	0,023 9,482	Aldebaran	9,505
319	9,922 : 9,531	Fomalhaut	9,453 :
662	9,815 : 9,686	Spica	9,501 :
651	0,086 : 9,461	Pollux	9,547 :
576	0,774 8,698	γ Aquilae	9,472
293	0,808 8,667	γ Lyrae	9,475
283	0,668 8,793	δ Cygni	9,461
614	0,287 9,249	β Aurigae	9,536
287	0,836 8,676	β Cygni	9,512

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 274	0,745 8,733	β Herculis	9,478
359	0,572 8,973	α Pegasi	9,545
450	0,548 8,973	"	9,521
297	[0,616] 8,889	β Pegasi	[9,505]
454	[0,529] 8,889	"	[9,418]
602	0,715 : 8,816	ε Pegasi	9,531 :
606	0,629 : 8,816	"	9,445 :
332	0,647 8,849	γ Pegasi	9,496
435	0,354 9,160	α Ophiuchi	9,514
676	0,341 9,160	"	9,501
275	0,775 8,694	β Ophiuchi	9,469
276	0,583 8,912	γ Draconis	9,495
277	0,913 8,524	π Herculis	9,437
327	0,474 9,038	γ Androm.	9,512
465	0,324 9,190	α Androm.	9,514
334	0,286 9,229	α Persei	9,515
603	0,220 9,229	α Persei	9,449
335	0,357 9,143	γ Cassiopejae	9,500
446	0,394 9,143	"	9,537
433	0,431 9,120	α Coronae	9,551
281	0,785 8,704	β Draconis	9,489
618	0,600 8,897	β Arietis	9,497
557	0,462 9,029	γ Ursae maj.	9,491

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 685	0,306 9,182	ζ Ursae maj.	9,488
589	0,505 8,974	β Ursae min.	9,479
668	0,998 8,471	β Bootis	9,469
698	(0,893) 8,605	ε Cassiopejae	(9,498)
699a	(0,819 :) 8,605	"	(9,424 :)
699	(0,362) 9,101	Polarstern	(9,463)
285	(0,766) 8,736	β Cephei	(9,502)
288	(0,527) 8,967	α Cephei	(9,494)
719	(9,478) 0,000	Wega	(9,478)
722	(9,477) 0,000	"	(9,477)
723	(9,498) 0,000	"	(9,498)
724	(9,483) 0,000	"	(9,483)
725	(9,438) 0,000	"	(9,438)
737	(9,495) 0,000	"	(9,495)
735	(0,504 :) 9,051	α Arietis	(9,555 :)
738	(9,784) 9,690	Attair	(9,474)

β Cygni log. = 8,6757.

Nr.		Stern	
Nr. 287	9,164 9,492	Deneb	8,656
607	0,028 8,667	γ Lyrae	8,695

δ Cygni log. = 8,7934.

Nr.		Stern	
Nr. 283	9,331 9,492	Deneb	8,823
679	9,888 8,875	12 Can. ven.	8,763

α Draconis log. = 8,3842.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 395	9,322	γ Ursae maj.	8,351
	9,029		
706	9,681	β Cephei	8,417
	8,736		

β Draconis log. = 8,7044.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 281	9,215	Deneb	8,707
	9,492		
570	9,609	Polarstern	8,710
	9,101		
583a	9,592 :	„	8,693 :
	9,101		

γ Draconis log. = 8,9121.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 568	8,951	Wega	8,951
	0,000		
276	9,417	Deneb	8,909
	9,492		
584	9,741 :	Polarstern	8,842 :
	9,101		
572	9,888	γ Ursae maj.	8,917
	9,029		
687	0,240	γ Lyrae	8,907
	8,667		

α Geminorum (Castor) log. = 9,4094.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 514	9,483	Capella	9,396
	9,913		
241	9,918 :	Pollux	9,379 :
	9,461		
644	0,592 :	12 Can. ven.	9,467 :
	8,875		

β Geminorum (Pollux) log. = 9,4606.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 90	9,545 :	Capella	9,458 :
	9,913		
366	9,565	„	9,478
	9,913		
641	9,462	Wega	9,462
	0,000		
91	9,757 :	Spica	9,443 :
	9,686		
651	9,914 :	Deneb	9,406 :
	9,492		
530	9,961	Regulus	9,474
	9,513		

Fortsetzung.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 520	9,587	Procyon	9,432
	9,845		
649	9,403	Polarstern	9,504
	9,101		
638	0,322	β Leonis	9,474
	9,152		
535	0,429	γ Ursae maj.	9,458
	9,029		
241	0,082 :	Castor	9,491 :
	9,409		

β Herculis log. = 8,7327.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 274	9,254	Deneb	8,746
	9,492		
569	9,582	α Coronae	8,702
	9,120		
582	9,555	α Ophiuchi	8,715
	9,160		
564	9,978	α Serpentis	8,768
	8,790		
697	(9,794)	α Cephei	(8,761)
	8,967		

γ Herculis log. = 8,3957.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 306	9,287 :	α Coronae	8,407 :
	9,120		
309	9,312 :	α Coronae	8,432 :
	9,120		
560	9,220	α Ophiuchi	8,380
	9,160		
581a	9,229 :	α Ophiuchi	8,389 :
	9,160		

δ Herculis log. = 8,6670.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 307	9,601 :	α Coronae	8,721 :
	9,120		
308	9,572 :	„	8,692 :
	9,120		
593	9,542	„	8,662
	9,120		
683	9,572	„	8,692
	9,120		
596	9,447	α Ophiuchi	8,607
	9,160		

ε Herculis log. = 8,3598.

Nr.			
Nr. 413	9,242 9,120	α Coronae	8,362
587c	9,296 : 9,120	„	8,416 :
592	9,181 9,120	„	8,301
594	9,228 9,160	α Ophiuchi	8,388

η Herculis log. = 8,4239.

Nr.			
Nr. 310	9,530 : 9,120	α Coronae	8,650 :
312	9,306 9,120	„	8,426
321	9,326 9,120	„	8,446
587b	9,054 : 9,120	„	8,174 :
591	9,301 9,120	„	8,421
595	9,254 9,160	α Ophiuchi	8,414

ϑ Herculis log. = 8,1937.

Nr.			
Nr. 599	9,044 9,160	α Ophiuchi	8,204
701	9,516 8,667	γ Lyrae	8,183

ν Herculis log. = 8,0428.

Nr.			
Nr. 597a	8,932 : : 9,160	α Ophiuchi	8,092 : :
704	9,363 8,667	γ Lyrae	8,030

ξ Herculis log. = 8,3046.

Nr.			
Nr. 597	9,157 9,160	α Ophiuchi	8,317
703	9,625 8,667	γ Lyrae	8,292

ο Herculis log. = 8,3817.

Nr.			
Nr. 598	9,258 9,160	α Ophiuchi	8,418
702	9,678 8,667	γ Lyrae	8,345

π Herculis log. = 8,5238.

Nr.			
Nr. 277	9,087 9,492	Deneb	8,579
326	9,383 9,120	α Coronae	8,503
673	9,329 9,160	α Ophiuchi	8,489

α Hydrae (Alphard) log. = 9,0168.

Nr.			
Nr. 381	9,193 9,845	Procyon	9,038
526	9,482 9,513	Regulus	8,995

α Leonis (Regulus) log. = 9,5133.

Nr.			
Nr. 48	9,608 9,913	Capella	9,521
137	9,608 9,913	„	9,521
213	9,592 9,913	„	9,505
94	9,445 : 0,000	Wega	9,445 :
92	9,838 9,686	Spica	9,524
242	9,867 9,686	„	9,553
661	0,066 9,492	Deneb	9,558
643	9,606 9,900	Arcturus	9,506
530	0,039 9,461	Pollux	9,500
519	9,613 9,845	Procyon	9,458
625	0,134 9,344	ζ Orionis	9,478
246	0,362 9,152	β Leonis	9,514
528	0,898 8,631	ϑ Leonis	9,529
526	0,518 9,017	α Hydrae	9,535

β Leonis (Denebola) log. = 9,1524.

Nr.		Stern	
543	9,154 0,000	Wega	9,154
391	9,232 9,900	Arcturus	9,132
655	9,465 9,686	Spica	9,151
246	9,637 9,513	Regulus	9,150
638	9,678 9,461	Pollux	9,139
539	0,163 9,029	γ Ursae maj.	9,192
545	0,038 : 9,120	α Coronae	9,158 :
654	0,281 8,875	12 Can. ven.	9,156
633	9,885 9,249	β Aurigae	9,134
672	0,223 : 8,916	ε Bootis	9,139 :
536	0,506 8,631	ϑ Leonis	9,137
393	0,449 8,722	ε Virginis	9,171

ϑ Leonis log. = 8,6309.

Nr.		Stern	
528	9,102 9,513	Regulus	8,615
536	9,494 9,152	β Leonis	8,646

β Librae log. = 8,9191.

Nr.		Stern	
561	9,766 9,120	α Coronae	8,886
664	9,792 9,160	α Ophiuchi	8,952

α Lyrae (Wega) log. = 0,0000.

Nr.		Stern	
3	0,070 9,913	Capella	9,983
13	0,089 9,913	„	0,002
15	0,062 9,913	„	9,975
20	0,044 9,913	„	9,957

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
21	0,083 9.913	Capella	9,996
25	0,099 9,913	„	0,012
28	0,129 : 9,913	„	0,042 :
29	9,931 : : 9,913	„	9,844 : :
43	[0,119] 9,913	„	[0,032]
45	[9,982] 9,913	„	[9,895]
52	[0,069] 9,913	„	[9,982]
54	[0,002] 9,913	„	[9,915]
56	0,081 : 9,913	„	9,994 :
59	0,081 : 9,913	„	9,994 :
60	[0,063] 9,913	„	[9,976]
64	0 010 : 9,913	„	9,923 :
70	0,036 : 9,913	„	9,949 :
73	0,149 9,913	„	0,062
74	0,074 9,913	„	9,987
78	0,148 9,913	„	0,061
80	0,185 : 9,913	„	0,098 :
114	0,150 9,913	„	0,063
159	0,085 : 9,913	„	9,998 :
209	0,043 : 9,913	„	9,956 :
333	0,106 9,913	„	0,019
352	0,097 9,913	„	0,010
396	[0,078] 9,913	„	[9,991]

Fortsetzung.

Nr.			
452	0,021 9,913	Capella	9,934
457	0.029 9.913	„	9,942
471	0,094 9,913	„	0,007
477	0.097 9,913	„	0,010
482	0,053 : 9,913	„	9,966 :
483	0,114 9,913	„	0,027
486	0,102 9,913	„	0,015
490	0,113 9,913	„	0,026
616	0,094 9,913	„	0,007
642	0.088 9,913	„	0,001
50	0,071 9,900	Arcturus	9.971
51	0,099 9,900	„	9,999
53	0,029 : 9,900	„	9,929 :
66	[0,069] 9,900	„	[9,969]
173	0,125 9,900	„	0,025
188	0,141 9,900	„	0,041
196	0,111 9,900	„	0,011
216	0,134 9,900	„	0,034
245	0.080 9,900	„	9,980
255	0,107 9.900	„	0,007
261	0,126 9,900	„	0,026
267	0,079 9,900	„	9,979
268	0,124 9,900	„	0,024

Fortsetzung.

Nr.			
291	0,138 9,900	Arcturus	0,038
437	0,129 9,900	„	0,029
549	0,102 9,900	„	0,002
559	0,104 9,900	„	0,004
671	0.099 9.900	„	9,999
93	0,344 : 9,686	Spica	0,030 :
95	0,321 9,686	„	0,007
406	0,282 : 9,686	„	9,968 :
646	0,337 9,686	„	0,023
4	0,923 : 9,101	Polarstern	0,024 :
12	0.978 : 9.101	„	0,079 :
14	0,900 : 9,101	„	0,001 :
17	0,855 : 9,101	„	9,956 :
58	0,816 : 9,101	„	9,917 :
61	0,878 : 9.101	„	9,979 :
65	0,841 : 9,101	„	9,942 :
57	0,361 9,690	Attair	0,051
104	0,297 : 9,690	„	9,987 :
105	0,308 9,690	„	9,998
203	0,334 9,690	„	0,024
423	0,319 9,690	„	0,009
464	0,303 9,690		9,993
71	0,475 : 9,492	Deneb	9,967 :

Fortsetzung.

Nr.			
79	0,527 9,492	Deneb	0,019
107	0,464 9,492	„	9,956
264	0,520 9,492	„	0,012
270	0,496 9,492	„	9,988
431	0,510 9,492	„	0,002
448	0,494 9,492	„	9,986
590	0,499 9,492	„	9,991
207	0,455 : 9,531	Fomalhaut	9,986 :
208	0,576 : : 9,531	„	0,107 : :
94	0,555 : 9,513	Regulus	0,068 :
641	0,538 9,461	Pollux	9,999
243	0,862 9,160	α Ophiuchi	0,022
688	0,841 9,160	„	0,001
254	0,955 9,029	γ Ursae maj.	9,984
404	0,949 9,029	„	9,978
347	0,875 9,143	γ Cassiopejae	0,018
463	0,813 9,143	„	9,956
605	0,775 9,229	α Persei	0,004
443	1,019 8,973	α Pegasi	9,992
547	0,782 9,120	α Coronae	9,902
575	0,939 9,120	„	0,059
568	1,049 8,912	γ Draconis	9,961
331	0,819 9,190	α Andromed.	0,009

Fortsetzung.

Nr.			
543	0,846 9,152	β Leonis	9,998
695	0,814 9,101	Polarstern	9,915
711	(0,311) 9,690	Attair	(0,001)
717	(1,001) 8,967	α Cephei	(9,968)
718	(0,745) 9,190	α Andromed.	(9,935)
719	(0,522) 9,492	Deneb	(0,014)
722	(0,523) 9,492	„	(0,015)
723	(0,502) 9,492	„	(9,994)
724	(0,517) 9,492	„	(0,009)
725	(0,562) 9,492	„	(0,054)
727	(0,333) : 9,690	Attair	(0,023) :
728	(0,320) : 9,690	„	(0,010) :
729	(0,332) : 9,690	„	(0,022) :
730	(0,305) : 9,690	„	(9,995) :
731	(0,334) : 9,690	„	(0,024) :
732	(0,357) : 9,690	„	(0,047) :
733	(0,831) : 9,190	α Andromed.	(0,021) :
737	(0,505) 9,492	Deneb	(9,997)
740	(0,104) 9,913	Capella	(0,017)
741a	(0,338 :) 9,690	Attair	(0,028 :)

γ Lyrae log. = 8,6675.

Nr.			
293	9,191 9,492	Deneb	8,683
573	9,540 9,160	α Ophiuchi	8,700

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 578	9,530 9,160	Ophiuchi	8,690
585	9,530 9,120	α Coronae	8,650
324	9,915 8,698	γ Aquilae	8,613
583	9,936 8,698	„	8,634
607	9,972 8,676	β Cygni	8,648
677	9,784 8,875	12 Can. ven.	8,659
687	9,759 8,912	γ Draconis	8,671
617	9,448 9,249	β Aurigae	8,697
701	(0,484) 8,194	ϑ Herculis	(8,678)
702	(0,322) 8,382	o Herculis	(8,704)
703	(0,375) 8,305	ξ Herculis	(8,680)
704	(0,636) 8,043	ν Herculis	(8,679)

α Ophiuchi (Ras Alhague) log. = 9,1598.

Nr.		Stern	
Nr. 243	9,137 0.000	Wega	9,137
688	9,159 0,000	„	9,159
558	9,231 9,900	Arcturus	9,131
586	9,248 9,900	„	9,148
461	9,464 9,690	Attair	9,154
435	9,646 9,492	Deneb	9,138
676	9,658 9,492	„	9,150
420	0,027 9,120	α Coronae	9,147
588	0,115 9,120	„	9,235
265	0,270: 8,790	α Serpentis	9,060:

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 579	0,358 8,790	α Serpentis	9,148
587	0,489 8.694	β Ophiuchi	9,183
432	0,753 8,413	72 Ophiuchi	9,166
565	0,730 8,413	„	9,143
587a	0,807: 8,413	„	9,220:
582	0,445 8,733	β Herculis	9,178
560	0,780 8,396	γ Herculis	9,176
581a	0,771: 8,396	„	9,167:
596	0,553 8,667	δ Herculis	9,220
594	0,772 8,360	ε Herculis	9,132
595	0,746 8,424	η Herculis	9,170
552	0,180 9,029	γ Ursae maj.	9,209
573	0,460 8,667	γ Lyrae	9,127
578	0,470 8,667	„	9,137
581	0,499 8,698	γ Aquilae	9,197
608	0,025: 9,143	γ Cassiopej.	9,168:
664	0,208 8,919	β Librae	9,127
667	0,322 8,875	12 Can. ven.	9,197
673	0,670 8,524	π Herculis	9,194
689	0,355 8,816	ε Pegasi	9,171
694	0,181 8,973	α Pegasi	9,154
705	(9,893:) 9,229	α Persei	(9,122:)
597	(0,843) 8,305	ξ Herculis	(9,148)

Fortsetzung.

Nr.		Stern	
Nr. 597a	(1,068 : :) 8,043	ν Herculis	(9,111 : :)
598	(0,742) 8,382	o Herculis	(9,124)
599	(0,956) 8,194	ϑ Herculis	(9,150)
736	(9,264) 9,913	Capella	(9,177)

β Ophiuchi log. = 8,6939.

Nr.		Stern	
Nr. 275	9,225 9,492	Deneb	8,717
587	9,511 9,160	α Ophiuchi	8,671

72 Ophiuchi log. = 8,4135.

Nr.		Stern	
Nr. 432	9,247 9,160	α Ophiuchi	8,407
565	9,270 9,160	„	8,430
587a	9,193 : 9,160	„	8,353 :
686	9,734 8,698	γ Aquilae	8,432

α Orionis (Beteigeuze) log. 9,5549.

Nr.		Stern	
Nr. 120	9,677 9,913	Capella	9,590
140	9,654 9,913	„	9,567
378	9,585 9,913	„	9,498
518	9,616 9,913	„	9,529
139	0,080 9,482	Aldebaran	9,562
212	0,065 : 9,482	„	9,547 :
228	0,081 9,482	„	9,563
371	0,120 : 9,482	„	9,602 :

β Orionis (Rigel) log. = 9,9972.

Nr.		Stern	
Nr. 42	[9,934] 9,913	Capella	[9,847]
81	0,138 9,913	„	0,051
84	[0,660]*) 9,913	„	[0,573]
88	0,092 : 9,913	„	0,005 :
119	0,054 9,913	„	9,967
129	0,109 9,913	„	0,022
134	0,069 9,913	„	9,982
148	0,049 9,913	„	9,962
367	0,039 9,913	„	9,952
86	9,379 0,632	Sirius	0,011
89	[8,952] 0,632	„	[9,584]
224	9,406 0,632	„	0,038
235	9,349 0,632	„	9,981
231	0,157 9,845	Procyon	0,002

γ Orionis (Bellatrix) log. = 9,4076.

Nr.		Stern	
Nr. 502	9,469 9,913	Capella	9,382
230	9,557 9,845	Procyon	9,402
628	0,181 9,229	α Persei	9,410
620	0,092 9,344	ζ Orionis	9,436

ζ Orionis log. = 9,3441.

Nr.		Stern	
Nr. 233	8,780 : 0,632	Sirius	9,412 :

*) Wahrscheinlich falscher Vergleichungsstern. (β Aurigae statt Capella?)

Fortsetzung.

Nr. 377	8,408 : 9,913	Capella	9,321 :
513	9,380 9,913	„	9,293
623	9,570 9,845	Procyon	9,415
625	9,865 9,513	Regulus	9,378
362	0,050 9,249	β Aurigae	9,299
629	0,194 9,143	γ Cassiopejae	9,337
620	9,908 9,403	γ Orionis	9,316
624	0,139 9,207	κ Orionis	9,346

κ Orionis log. = 9,2066.

Nr. 365	9,363 9,845	Procyon	9,208
624	9,861 9,344	ζ Orionis	9,205

α Pegasi (Markab) log. = 8,9730.

Nr. 443	8,981 0,000	Wega	8,981
459	9,276 9,690	Attair	8,966
359	9,428 9,492	Deneb	8,920
450	9,452 9,492	„	8,944
460	9,814 9,190	α Andromed.	9,004
694	9,819 9,160	α Ophiuchi	8,979
320	[0,592] 8,816	ε Pegasi	[9,408]
328	[0,655] 8,816	„	[9,471]
612	0,244 : 8,816	„	9,060 :
714	(9,899) 9,143	γ Cassiopejae	(9,042)

Fortsetzung.

Nr. 734	(0,223 :) 8,816	ε Pegasi	(9,039 :)
739	(9,938) 9,051	α Arietis	8,989

β Pegasi (Scheat) log. = 8,8895.

Nr. 297	9,384 9,492	Deneb	8,876
454	9,471 9,492	„	8,963
492	9,922 : 8,849	γ Pegasi	8,771 :

γ Pegasi (Algenib) log. = 8,8486.

Nr. 332	9,353 9,492	Deneb	8,845
468	9,663 9,190	α Andromed.	8,853
492	[0,078] 8,889	β Pegasi	[8,967]

ε Pegasi log. = 8,8156.

Nr. 601	9,143 9,690	Attair	8,833
604	9,129 9,690	„	8,819
602	9,285 9,492	Deneb	8,777
606	9,371 9,492	„	8,863
610	9,704 9,190	α Andromed.	8,894
689	9,645 9,160	α Ophiuchi	8,805
462	0,107 8,698	γ Aquilae	8,805
320	[9,408] 8,973	α Pegasi	[8,381]
328	[9,345] 8,973	„	[8,318]
612	9,756 8,973	„	8,729
734	(9,777) 8,973	„	(8,750)

α Persei log. = 9,2288.

Nr.			
Nr. 605	9,225	Wega	9,225
	0,000		
503	9,287	Capella	9,200
	9,913		
334	9,714	Deneb	9,206
	9,492		
603	9,780	„	9,272
	9,492		
489	0,035	α Andromed.	9,225
	9,190		
631	9,887	β Tauri	9,247
	9,360		
628	9,819	γ Orionis	9,227
	9,408		
700	(0,087 :)	Algol	(9,227 :)
	9,140		
710	(0,099 :)	„	(9,239 :)
	9,140		
705	(0,107 :)	α Ophiuchi	(9,267 :)
	9,160		
716	(0,035)	Algol	(9,175 :)
	9,140 :		
720	(9,539)	Attair	(9,229)
	9,690		
721	(0,312)	α Cephei	(9,279)
	8,967		
726	(0,107)	γ Cassiopejae	(9,250)
	9,143		
741	(0,475)	Algol[1]	[9,615]
	[9,140]		
744	(0,085)	„	9,225
	9,140		

β Persei (Algol) log. = 9,1401.

Nr.			
Nr. 5	0,056	Polarstern	9,157
	9,101		
700	9,913	α Persei	9,142
	9,229		
710	9,901	„	9,130
	9,229		
715	(0,057)	γ Cassiopejae	(9,200)
	9,143		

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 716	(9,964)	α Persei	(9,193)
	9,229		
741	(9,525)	„	(8,754)[2]
	9,229		
744	(9,915)	„	(9,144)
	9,229		

α Piscis austrini (Fomalhaut) log. 9,5309.

Nr.			
Nr. 207	9,545 :	Wega	9,545 :
	0,000		
208	9,424 : :	Wega	9,424 : :
	0,000		
319	0,078 :	Deneb	9,570 :
	9,492		

α Scorpii (Antares) log. = 9,4640.

Nr.			
Nr. 100	9,638 :	Arcturus	9,538 :
	9,900		
190	9,514 :	„	9,414 :
	9,900		
278	9,518	„	9,418 :
	9,900		
97	9,799 :	Spica	9,485 :
	9,686		

α Serpentis (Unuk) log. = 8,7896.

Nr.			
Nr. 551	9,639	α Coronae	8,759
	9,120		
265	9,730 :	α Ophiuchi	8,890 :
	9,160		
579	9,641	„	8,801
	9,160		
564	0,022	β Herculis	8,755
	8,733		
548	0,346	ε Serpentis	8,793
	8,447		

ε Serpentis log. = 8,4469.

Nr.			
Nr. 577	9,362	α Coronae	8,482
	9,120		

1) Algols — Minimum.
2) Algol beim Minimum. 1860 November 10, $7^h\ 28'$ M. M. Z.

Fortsetzung.

Nr.	log	Stern	
548	9,654 8,790	α Serpentis	8,444
682	9,295 9,120	α Coronae	8,415

α Tauri (Aldebaran) log. = 9,4821.

Nr.	log	Stern	
75	9,636 9,913	Capella	9,549
155	9,609: 9,913	„	9,522:
500	9,549 9,913	„	9,462
139	9,920 9,555	Beteigeuze	9,475
212	9,935: 9,555	„	9,490:
228	9,919 9,555	„	9,474
371	9,880: 9,555	„	9,435:
6	[0,340] 9,101	Polarstern	[9,441]
8	0,392 9,101	„	9,493
16	0,385 9,101	„	9,486
150	0,359 9,101	„	9,460
87	9,699 9,845	Procyon	9,544
632	9,589: 9,900	Arcturus	9,489:
494	9,977 9,492	Deneb	9,469
627	0,140 9,360	β Tauri	9,500
495	0,223 9,190	α Andromed.	9,413
497	0,367 9,051	α Arietis	9,418

β Tauri log. = 9,3603.

Nr.	log	Stern	
368	9,498 9,913	Capella	9,411
380	9,436 9,913	„	9,349

Fortsetzung.

Nr.	log	Stern	
505	9,458 9,913	Capella	9,371
627	9,860 9,482	Aldebaran	9,342
384	0,085: 9,249	β Aurigae	9,334:
631	0,113 9,229	α Persei	9,342

γ Ursae majoris log. = 9,0289.

Nr.	log	Stern	
254	9,045 0,000	Wega	9,045
404	9,051 0,000	„	9,051
534	9,165 9,913	Capella	9,078
535	9,571 9,461	Pollux	9,032
557	9,538 9,492	Deneb	9,030
412	9,952 9,120	α Coronae	9,072
552	9,820 9,160	α Ophiuchi	8,980
248	9,852 9,182	ζ Ursae maj.	9,034
256	0,028 8,974	β Ursae min.	9,002
556	0,045 8,974	„	9,019
262	0,104: 8,875	12 Can. ven.	8,979:
414	0,161 8,875	„	9,036
419	0,150 8,875	„	9,025
572	0,112 8,912	γ Draconis	9,024
553	9,857: 9,143	γ Cassiopejae	9,000:
539	9,837 9,152	β Leonis	8,989
639	9,785 9,249	β Aurigae	9,034

Fortsetzung.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 670	0,127 8,916	ε Bootis	9,043
395	(0,678) 8,384	α Draconis	(9,062)

ζ Ursae majoris log. = 9,1816.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 247	9,282 9,900	Arcturus	9,182
685	9,694 9,492	Deneb	9,186
248	0,148 9,029	γ Ursae maj.	9,177

α Ursae minoris (Polarstern) log. = 9,1010.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 1	[9,255] 9,913	Capella	[9,168]
2	9,159 9,913	„	9,072
7	9,251 9,913	„	9,164
10	9,262 9,913	„	9,175
11	9,108 9,913	„	9,021
18	9,195 9,913	„	9,108
19	9,057 9,913	„	9,970
22	8,799 9,913	„	8.712
23	9,197 9,913	„	9,110
24	9,166 9,913	„	9,079
26	9,252 9,913	„	9,165
27	9,111 9,913	„	9,024
30	9,127 9,913	„	9,040
31	9,034 : 9,913	„	8,947 :
33	9,310 9,913	„	9,223
379	9,215 9,913	„	9,128

Fortsetzung.

Nr.	log.	Stern	
Nr. 4	9,077 0.000	Wega	9,077
12	9,022 0,000	„	9,022
14	9,100 0,000	„	9,100
17	9,145 0,000	„	9,145
58	9,184 0,000	„	9,184
61	9,122 0,000	„	9,122
65	9,159 0,000	„	9,159
695	9,185 0,000	„	9,185
649	9,597 9,461	Pollux	9,058
669	9,237 9,900	Arcturus	9,137
296	0,222 8,974	β Ursae min.	9,196
584	0,259 8,912	γ Draconis	9,171
570	0,390 8,704	β Draconis	9,094
583a	0,407 : 8,704	„	9,111 :
5	(9,944) 9,140	Algol	(9,084)
206	9,608 9,492	Deneb	9,100
257	9,601 9,492	„	9,093
284	9,629 9,492	„	9,121
300	9,633 9,492	„	9,125
318	9,615 9,492	„	9,107
322	9,639 9,492	„	9,131
329	9,604 9,492	„	9,096
341	9,573 9,492	„	9,065

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 417	9,616 9,492	Deneb	9,108
441	9,680 9,492	„	9,172
455	9,649 9,492	„	9,141
699	(9,638) 9,492	„	(9,130)
6	[9,659] 9,482	Aldebaran	[9,141]
8	9,608 9,482	„	9,090
16	9,615 9,482	„	9,097
150	9,641 9,482	„	9,123
9	(9,126) 9,845	Procyon	(8,971)

β Ursae minoris (Kochab) log. = 8,9743.

Nr.			
Nr. 589	9,495 9,492	Deneb	8,987
296	9,778 : 9,101	Polarstern	8,879 :
256	9,972 9,029	γ Ursae maj.	9,001
556	9,955 9,029	„	8,984

α Virginis (Spica) log. = 9,6858.

Nr.			
Nr. 93	9,656 : 0,000	Wega	9,656 :
95	9,679 0,000	„	9,679
406	9,718 : 0,000	„	9,718 :

Fortsetzung.

Nr.			
Nr. 646	9,663 0,000	Wega	9,663
96	9,777 9,900	Arcturus	9,677
168	9,815 9,900	„	9,715
187	9,838 9,900	„	9,738
194	9,761 : 9,900	„	9,661 :
279	[9,539] 9,900	„	[9,439]
389	9,766 : 9,900	„	9,666
653	9,736 : 9,913	Capella	9,649 :
666	9,990 : 9,690	Attair	9,680 :
662	0,185 : 9,492	Deneb	9,677 :
92	0,162 9,513	Regulus	9,675
242	0,133 9,513	„	9,646
97	0,201 : 9,464	Antares	9,665 :
91	0,243 : 9,461	Pollux	9,704 :
655	0,535 9,152	β Leonis	9,687

ε Virginis (Vindemiatrix) log. = 8,7221.

Nr.			
Nr. 393	9,551 9,152	β Leonis	8,703
550	9,884 : 8,875	12 Can. ven.	8,759 :

§. 9.

Es können nunmehr die Fehler abgeleitet werden, welche nach der definitiven Ausgleichung für die einzelnen Beobachtungen übrig bleiben. Aus ihrer nachfolgenden Zusammenstellung habe ich die Planetenbeobachtungen weggelassen, welche in dem früher gegebenen Tableau nur

wegen des Beitrages, den sie für die Kenntniss der Extinction liefern konnten, mit zugezogen waren. Hingegen sind hier am Schlusse auch noch die Fehler für einige erst nach der Berechnung des Netzes gewonnene Beobachtungen von Sternen desselben mit angesetzt, so weit dieselben nämlich bei der Aufstellung des Tableau's bereits vorlagen. Im Ganzen werden daher hier 456 Beobachtungen vorgeführt.

Zusammenstellung der (definitiv bestimmten) Fehler der einzelnen Fixstern-Beobachtungen.

(Bemerkung. Die Zeichen ±, welche bei einigen Beobachtungen am Anfange hinter den Fehlerzahlen beigefügt sind, und die Sternchen bei einigen der letzten Beobachtungen haben Bezug auf Untersuchungen in §. 16.)

Nr.	Fehler.	Nr.	Fehler.	Nr.	Fehler.
1	+ 67	29	+ 156 +	58	— 83
2	— 29	30	— 61 —	59	— 6 +
3	— 17 —	31	+ 154	60	— 24 +
4	— 24	32	— 51 —	61	— 21
5	+ 17	33	— 122 —	64	— 77 +
6	+ 40	34	— 165 —	65	— 58
7	+ 63	35	— 292 —	66	— 31
8	— 9	36	— 136	69	— 21 —
9	— 130	37	— 3 +	70	— 51 —
10	— 74	38	+ 59 +	71	+ 33 —
11	— 80	39	+ 13 +	73	— 62 +
12	— 79	40	— 65 +	74	— 13 +
13	— 2 +	41	+ 51 —	75	— 67 +
14	— 1	42	+ 150	78	— 61 +
15	— 25 +	43	— 32 —	79	— 19 +
16	— 4	44	+ 10 —	80	— 98 +
17	+ 44	45	+ 105 —	81	— 53
18	+ 7	46	+ 60 —	82	— 6
19	— 131	47	+ 13 —	83	— 17 +
20	— 43 +	48	+ 7 —	84	+ 87
21	— 4 (0)	49	— 11 —	86	+ 13
22	— 390	50	— 29 +	87	— 62
23	+ 9	51	— 1 +	88	— 7
24	— 22	52	— 18 —	89	+ 413
25	— 12	53	— 71 —	90	— 3 —
26	— 64	54	— 85 —	91	+ 18 —
27	— 77	56	— 6 +	92	— 10 —
28	— 42 —	57	+ 51 +	93	+ 12 +

Nr.	Fehler.		Nr.	Fehler.	Nr.	Fehler.
94	+ 68	+	196	+ 11	279	+ 247
95	+ 7	+	203	+ 24	281	+ 2
96	+ 9	+	204	— 43	283	+ 30
97	— 21	+	206	+ 1	284	— 20
98	+ 57	+	207a	— 17	285	+ 11
99	— 38	+	207b	— 10	287	+ 20
100	— 73	+	208	+ 107	288	+ 2
101	+ 37	+	209	— 44	290	— 21
102	— 80	—	212	— 8	291	+ 38
103	— 74	+	213	— 9	293	+ 15
104	— 13	+	216	+ 34	296	— 95
105	— 2	—	224	+ 40	297	+ 14
106	— 9	—	228	— 8	300	— 24
107	+ 44	—	230	— 5	301	— 22
112	— 4		231	— 5	304	+ 4
114	+ 63		233	+ 67	306	+ 11
119	+ 30		235	— 16	307	+ 54
120	— 35		239	— 20	308	+ 25
122	— 18		241	— 31	309	+ 36
124	+ 11		242	+ 39	310	+ 226
126	— 3		243	+ 22	312	+ 2
128	+ 13		244	— 32	315	— 19
129	— 25		245	— 20	318	— 6
133	+ 42		246	— 1	319	— 39
134	+ 15		247	0	320	+ 434
135	+ 3		248	— 5	321	+ 22
137	+ 7		254	— 16	322	— 30
139	+ 7		255	+ 7	323	— 43
140	— 12		256	+ 26	324	— 54
145	— 8		257	+ 8	326	— 21
148	+ 35		259	— 63	327	+ 22
150	+ 22		261	+ 26	328	+ 497
154	+ 15		262	+ 49	329	+ 5
155	— 40		264	+ 12	330	— 17
157	— 6		265	— 100	331	— 9
159	— 2		267	— 20	332	+ 4
163	— 25		268	+ 24	333	+ 19
165a	+ 7		269	+ 2	334	— 25
165b	— 29		270	— 11	335	— 8
168	— 29		271	+ 13	336	+ 9
173	— 25		272	+ 24	340	+ 56
178	— 12		274	— 13	341	+ 36
187	— 52		275	— 23	347	— 18
188	+ 41		276	— 3	352	— 10
190	+ 51		277	— 55	357	+ 44
194	+ 25		278	+ 47	359	— 53

Nr.	Fehler.	Nr.	Fehler.	Nr.	Fehler.
362	+ 45	446	+ 45	519	— 55
364	— 3	448	+ 14	520	— 28
365	— 2	449	+ 17	526	+ 21
366	+ 7	450	+ 29	528	+ 15
367	+ 45	452	— 66	530	— 14
368	— 50	453	+ 3	534	+ 49
369	+ 12	454	— 73	535	+ 3
371	— 47	455	— 40	536	+ 15
373	+ 121	457	— 58	539	— 39
377	+ 23	458	+ 13	543	— 2
378	+ 57	459	— 7	545	— 6
379	— 27	460	— 31	547	— 98
380	+ 12	461	+ 5	548	+ 3
381	— 21	462	+ 10	549	+ 2
384	+ 26	463	— 44	550	— 37
386	+ 19	464	— 7	551	+ 30
389	+ 20	465	+ 22	552	+ 49
391	+ 20	468	— 4	553	+ 28
393	— 19	471	+ 7	554	+ 24
395	— 33	472	— 5	555	— 30
396	— 9	477	+ 10	556	+ 9
400	+ 10	482	— 34	557	— 1
404	— 22	483	— 27	558	— 29
406	— 32	485	+ 54	559	+ 5
410	— 11	486	+ 15	560	— 16
411	+ 13	489	+ 4	561	+ 33
412	— 43	490	— 26	563	+ 14
413	— 2	491	+ 13	564	+ 35
414	— 7	492	— 119	565	— 10
415	+ 12	493	+ 31	566	— 6
417	— 7	494	+ 13	567	+ 40
419	+ 3	495	+ 69	568	+ 39
420	+ 13	496	+ 51	569	— 31
423	+ 9	497	+ 64	570	+ 6
426	— 6	499	— 39	571	+ 13
427	+ 5	500	+ 20	572	+ 5
428	— 29	502	+ 26	573	+ 32
431	— 2	503	+ 29	574	— 35
432	— 7	504	+ 12	575	+ 59
433	+ 53	505	+ 10	576	— 19
435	+ 22	508	— 20	577	— 35
437	+ 29	512	— 32	578	+ 22
438	+ 34	513	+ 51	579	— 11
441	— 71	514	— 14	580	— 13
443	— 8	517	— 21	581	— 37
445	— 33	518	+ 26	581a	+ 7

Nr.	Fehler.
582	+ 18
583	— 33
583a	— 11
584	— 70
585	— 17
586	— 12
587	+ 23
587a	+ 61
587b	— 250
587c	+ 56
588	+ 75
589	— 12
590	+ 9
591	— 3
592	— 59
593	— 5
594	+ 28
595	— 10
596	— 60
597	+ 11
597a	+ 49
598	+ 36
599	+ 10
600	— 25
601	+ 18
602	+ 39
603	+ 43
604	+ 3
605	+ 4
606	— 47
607	+ 20
608	— 8
610	— 78
611	- 20
612	+ 86
614	+ 43
616	— 7
617	— 30
618	— 5
619	— 7
620	+ 28
623	— 71
624	+ 1
625	— 35
627	— 18
628	— 2
629	+ 6
631	— 18
632	— 7
633	— 18
634	— 12
638	— 14
639	+ 5
641	— 1
642	0
643	+ 7
644	— 58
646	+ 23
649	+ 29
651	+ 55
653	— 37
654	— 4
655	— 1
661	— 44
662	+ 9
664	— 23
665	+ 32
666	+ 5
667	+ 37
668	+ 22
669	+ 36
670	— 14
671	— 1
672	+ 13
673	— 34
676	+ 10
677	— 8
679	— 30
681	+ 16
682	+ 32
683	+ 25
685	— 4
686	+ 19
687	— 4
688	+ 1
689	— 11
691	— 43
692	+ 2
693	+ 11
694	— 6
695	— 84
697	— 28
698	+ 6
699	— 29
699a	— 68
700	— 2
701*	+ 10
702*	+ 36
703*	+ 12
704*	+ 11
705*	+ 38
706*	— 32
710	+ 10
711	+ 1

Zur Ableitung des wahrscheinlichen Fehlers, wie er sich nunmehr für die Fixsternbeobachtungen definitiv stellt, habe ich die Quadrate der einzelnen Fehler gebildet, etc., welches Verfahren bekanntlich eine geringere Unsicherheit übrig lässt, als das oben angewendete mittelst der Summen der absoluten Werthe aller Fehler. Ausgeschlossen habe ich dabei, als durch besondere Umstände entstellt, die früher schon dess-

wegen hervorgehobenen Beobachtungen (s. p. 64 f.) Nr. 22 (Polarstern und Capella), Nr. 35 (Sirius und Capella), Nr. 89 (Sirius und Rigel), Nr. 310 und Nr. 587b (α Coronae und η Herculis), Nr. 320 und Nr. 328 (α Pegasi und ε Pegasi); ferner auch Nr. 279 (entstellt durch sehr tiefen Stand von Spica), dagegen nicht die früher ebenfalls bezeichneten Messungen Nr. 34 und Nr. 84, für welch letztere Beobachtung ich inzwischen auf die fast unzweifelhafte Annahme gekommen war, dass β Aurigae statt Capella mit Rigel verglichen worden ist. Für die übrig bleibenden 456 Beobachtungen fand sich die Summe der Fehlerquadrate = 0,73295 [1]. Die Zahl der Unbekannten, welche aus diesen Beobachtungen bestimmt sind, ist 76, nämlich 71 Sterne des Netzes ausser Wega, und noch 5 (bereits p. 54 aufgeführte) Sterne, welche mehrmals gemessen sind, ohne dem Netze einverleibt zu sein [2]. Man erhält also das Quadrat des *mittleren Fehlers*, indem man die Quadratsumme 0,73295 dividirt durch 456 — 76 = 380; der *wahrscheinliche Fehler*, für alle Fixsternbeobachtungen zusammen, und ohne Unterscheidung zwischen guten und im Voraus verdächtigen, ergibt sich auf diesem Wege = 0,02962. Allein man überzeugt sich leicht, dass dieser Werth zu gross ist. Nimmt man ihn nämlich als richtig an, so müssten bei der ganzen Zahl von 456 Beobachtungen nach bekannten Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (s. die Tafeln im Berliner Jahrbuch für 1834) ungefähr vorkommen:

---

1) Für die acht ausgeschlossenen Beobachtungen *allein* würde sie sein 1,01923, — zum deutlichsten Beweis, dass, wenn man dieselben zuziehen wollte, der Einfluss der wirklich nach den Gesetzen der Probabilität sich vertheilenden Fehler gänzlich verdeckt wäre durch die einzelnen grossen aus ganz exceptionellen Ursachen entspringenden Irrungen.

2) Der 6te dort aufgeführte, 72 Ophiuchi, ist hier nicht mehr zu zählen, weil er jetzt mit im Netze steht.

120	Fehler	zwischen 0	und	0,0145.	Es	sind	aber	179
108	»	» 0,0145	»	0,0295.	»	»	»	108
147	»	» 0,0295	»	0,059.	»	»	»	113
81	»	jenseits 0,060.			»	»	»	56

Das heisst: in Wirklichkeit kommen viel mehr kleine und viel weniger grosse Fehler vor, als man erwarten müsste, wenn der wahrscheinliche Fehler in der That 0,0296 wäre. Es ist nicht schwer, eine Ursache dieser Nichtübereinstimmung aufzufinden. Es sind nämlich hier die alten in Abh. I publicirten Fixsternbeobachtungen mit den neuen zusammengeworfen und auf gleichem Fusse behandelt, obwohl es klar ist, dass die letzteren wesentlich besser sind[1]. Die an Anzahl zurückstehenden aber mit durchschnittlich grösseren Fehlern behafteten älteren Beobachtungen mussten daher in dem Ausdrucke für das Quadrat des mittleren Fehlers den Zähler im Verhältniss zum Nenner zu viel vergrössern und ein unzulässiges Resultat geben. In der That ist die Quadratsumme der Fehler für die 95 alten Beobachtungen (bis Nr. 107 reichend) fast eben so gross, wie für die 361 neuen, nämlich 0,35243 für jene und 0,38052 für die beinahe vierfache Anzahl der letzteren. Um daher von der Genauigkeit, welche das Instrument in den Messungen bei einiger Uebung und Vorsicht des Beobachters wirklich zulässt, die richtige Vorstellung zu erhalten, muss man die alten Messungen ausscheiden und *besonders* den durchschnittlichen Fehler einer Beobachtung aus der Reihe derjenigen aufsuchen, die hier zum erstenmale vorgelegt werden. Die älteren Beobachtungen haben ungefähr $\frac{1}{3}$ des Materials geliefert, welches für die 15 Sterne erster Grösse jetzt vorliegt; man kann daher mit Approximation so rechnen, als ob aus den neuern Beobachtungen allein $\frac{15}{3} = 5$ Unbekannte weniger bestimmt worden wären, als die oben erwähnten 76; die Zahl, mit welcher man 0,38052 zu dividiren hat, um das Quadrat des mittleren Fehlers für die neuen Beobachtungen zu er-

1) S. die Anmerkung zu p. 73.

halten, wird also 361—71 = 290. Wenn man auf diese Art rechnet, so ergibt sich für die neuen Fixsternbeobachtungen allein *(übrigens auch hier ohne Unterscheidung der guten und der im Voraus verdächtigen)* der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen

= 0,02443.

Selbst dieser Werth ist nach der Abzählung der Fehler verschiedener Grössen noch etwas zu gross. Es sollten nämlich, wenn er exact wäre, der Wahrscheinlichkeit nach unter den 361 Fehlern dieser Beobachtungen nahezu

95 enthalten sein zwisch.	0 u. 0,012.	Es liegen aber zwisch. diesen Grenzen	130
85 „ „ „	0,0125 „ 0,024.	„ „ „ „ „ „	83
117 „ „ „	0,0245 „ 0,0485.	„ „ „ „ „ „	101
64 fallen jenseits „	0,049.	In Wirklichkeit sind es nur . . .	47

Es herrschen also, der Anzahl nach, die kleinen Fehler noch immer stärker vor, als man bei dem gefundenen wahrscheinlichen Fehler 0,02443 erwarten müsste; die Vertheilung würde den Gesetzen der Probabilität viel besser entsprechen, wenn man den w. F. zu 0,0202 annehmen wollte. Offenbar ist die Quadratsumme der Fehler noch immer zu gross, gemacht durch den Einfluss einzelner bedeutender Fehler, die ihre starke Grösse nicht dem zufälligen Zusammenwirken der kleinen Fehlerursachen, sondern besonderen Umständen verdanken, welche discontinuirlich hervortreten und sich nicht so, wie jene thun, den Gesetzen der Probabilität unterwerfen. Uebrigens können wir, ohne für jetzt tiefer auf diesen Gegenstand einzugehen, gewiss mit dem Resultate zufrieden sein, *dass für die neueren Beobachtungen der wahrscheinliche Fehler mit der Zahl 0,0244 eher zu gross, als zu klein angenommen ist.* Derselbe ist also bereits auf $\frac{2}{3}$ desjenigen Werthes herabgebracht worden, welcher in Abh. I für Beobachtungen völlig derselben Art gefunden worden war; oder, was dasselbe heisst, im Durchschnitte haben vier von unseren neuen Beobachtungen eben so viel Werth, wie neun von denjenigen, die zuerst mit dem Instrumente erlangt worden sind.

Die Frage scheint einiges Interesse zu haben, durch welche Um-

stände eine so bedeutende Verkleinerung des durchschnittlichen Fehlers herbeigeführt worden ist. Die nächstliegende Vermuthung war mir die, dass sie die Folge der durch längere Uebung gewonnenen grösseren Sicherheit des Auges in der Beurtheilung der Helligkeit der Lichtflächen sei. Ich erwartete daher, dass eine Untersuchung über die Grösse desjenigen Theiles des ganzen Fehlers, welcher herrührt von Unsicherheit der einzelnen Einstellungen, eine merkliche Abnahme desselben gegen früher herausstellen würde. Die Kenntniss des Einflusses dieser besonderen Fehlerursache hat ohnediess ihren Werth; ich habe daher fünfundzwanzig zunächst auf Nr. 600 folgende Fixsternvergleichungen in dieser Rücksicht untersucht.

Wenn man annimmt, dass für denjenigen Stern, für welchen der Objectivschlitten zwischen den einzelnen Einstellungen des Instrumentes verschoben wird, v bei Verkürzung des Fernrohres (Beobachtung „über dem Bild") und v' bei der Verlängerung (Beobachtung „unter dem Bild") die Abweichung einer einzelnen Einstellung vom Mittel der Einstellungen vorstellt, und dass m auf der ersten, m' auf der zweiten Seite die Anzahl der Einstellungen sei, so stellen die Grössen $\frac{1}{m-1} \Sigma v^2$ und $\frac{1}{m'-1} \Sigma v'^2$ das Quadrat vor des mittleren Fehlers einer einzelnen Einstellung auf der einen und auf der andern Seite; es wird daher $\frac{1}{m(m-1)} \Sigma v^2$ für die erste und $\frac{1}{m'(m'-1)} \Sigma v'^2$ für die zweite das Quadrat des mittlern Fehlers, mit welchem das arithmetische Mittel der verschiedenen Einstellungen noch behaftet sein wird. Die *ganze Verschiebung* des Objectivschlittens von der einen Seite zur andern, d. i. die Differenz der zwei arithmetischen Mittel, wird also einen mittleren Fehler haben, dessen Quadrat (nach bekannten Sätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung) dargestellt wird durch die Summe $\frac{1}{m(m-1)} \Sigma v^2$

$+ \frac{1}{m' (m' - 1)} \Sigma v'^2 = V^2$. Ist nun A die ganze Verschiebung dieses ersten Objectivschlittens von dem Mittel der Beobachtungen über dem Bild bis zu dem analogen Mittel unter dem Bild, B die des zweiten (welcher auf jeder Seite des Bildes festgeklemmt stehen blieb, und über dessen Stellung also keine Unsicherheit besteht), so ist der aus der Beobachtung abgeleitete Helligkeitsunterschied der zwei Sterne (bis auf die Reductionen) $= \log. \left(\frac{A}{B}\right)^2 = 2 \log. A - 2 \log. B$; wenn daher A unsicher ist um die Grösse V, so wird die resultirende (mittlere) Unsicherheit des Helligkeitsunterschiedes sein $2 . M . \frac{V}{A}$, wo M den Modul des Briggischen Logarithmensystemes bezeichnet; oder das Quadrat des *wahrscheinlichen* Fehlers des Helligkeitsunterschiedes wird sein

$$(2\ M . 0{,}67449)^2 \frac{V^2}{A^2}$$

Wegen der Bequemlichkeit der Rechnung, und weil es im Allgemeinen Regel war, auf jeder Seite 4 Einstellungen zu machen, habe ich für die Untersuchung nur solche Beobachtungen zugezogen, bei welchen $m = m' = 4$ war; für diese ergibt sich daher das Quadrat des wahrscheinlichen Fehlers einer einzelnen Beobachtung, so weit derselbe herrührt von Unsicherheit der Einstellung

$$= \tfrac{1}{3} (M . 0{,}67449)^2 \frac{\Sigma v^2}{A^2}$$

wo jetzt die Summe Σv^2 über alle einzelnen Abweichungen, über und unter dem Bilde, zu erstrecken ist.

Die 25 Werthe, welche ich aus den einzelnen Beobachtungen für die Grösse $\frac{\Sigma v^2}{A^2}$ erhielt, waren folgende:

Beobachtung.	
Nr. 601 . . .	0,00523
602 . . .	366

Beobachtung.		
Nr. 603	. . .	0,00718
605	. . .	332
606	. . .	141
607	. . .	0,00088
609	. . .	609
611	. . .	279
613	. . .	575
614	. . .	546
615	. . .	0,00854
616	. . .	076
617	. . .	717
618	. . .	541
619	. . .	238
620	. . .	0,00262
621	. . .	897
623	. . .	396
624	. . .	498
625	. . .	258
626	. . .	0,00703
628	. . .	119
629	. . .	307
630	. . .	324
631	. . .	200
	Mittel =	0,004227

Damit ergibt sich (im Mittel) der *wahrscheinliche Fehler einer vollständigen Beobachtung, so weit er von Unsicherheit des Auges und der Hand bei der Einstellung herrührt,*

$$= 0{,}010995$$

oder sehr nahe $= \log. \frac{40}{39}$, so dass also, wenn keine anderen Fehlerquellen beständen, das Helligkeitsverhältniss der zwei Sterne, nach einmaliger vollständiger Beobachtung, durchschnittlich bis auf $\frac{1}{40}$ seines ganzen Werthes bekannt sein würde. Man kann nun diese Grösse vergleichen mit der ähnlichen, welche in Abhandl. I p. 69 gegeben ist, und die 1851 aus den 14 ältesten Vergleichungen zwischen dem Polarstern und Sternen erster Grösse abgeleitet worden war. Dort war (sogar für nur drei Einstellungen auf jeder Seite) die analoge Zahl gefunden worden = 0,0117; sie hat sich also seit dem Anfange der Messungen keineswegs verkleinert, und die Verminderung des *ganzen* wahrscheinlichen Fehlers einer Beobachtung kann nicht als eine Folge ihrer Aenderung angesehen werden.

Das Ergebniss dieser Untersuchung war mir zuerst etwas überraschend, weil ich bei den Beobachtungen selbst immer das Gefühl zu haben glaubte, dass das Auge für die Beurtheilung der Helligkeiten wesentlich geschärft worden sei. Dass sich diess wirklich so verhält, dafür sehe ich einen Beweis in dem Umstande, dass ich neuerer Zeit es ganz wohl ausführbar fand, Sterne unter der 3. Grösse (in ein paar extremen Fällen bis zur Argelander'schen Grösse 5.6 herab) mit demselben Instrumente zu messen, für welches zur Zeit der Abfassung der Abhandl. I (s. p. 17 und 18 derselben) die 3. Grösse als die äusserste noch etwa erreichbare von mir angesehen wurde. Eben hierin scheint indessen die Erklärung, wesshalb der Einstellungsfehler sich nicht verkleinert hat, schon zu liegen; es sind nämlich neuerer Zeit durchschnittlich lichtschwächere Sterne, also schwierigere Objecte, beobachtet worden, als Anfangs.

Ich muss übrigens bemerken, dass ich für wahrscheinlich halte, dass derjenige Fehler, welcher auf Rechnung der Unsicherheit des Urtheiles über die gleiche Helligkeit kommt, durchschnittlich doch bei

Sternen etwas höher als 0,011 für eine vollständige Beobachtung gesetzt werden muss. In ein paar Fällen, wo dieselben Sterne nach kurzer Zwischenzeit (während deren die Aenderung der Extinction nur wenig in Betracht kam) zum zweiten Male verglichen wurden, ergab sich keine *so genaue* Uebereinstimmung, als jener Zahl entsprechend sein würde; ich vermuthe daher, dass die Harmonie der einzelnen auf einander folgenden Einstellungen, ungeachtet der gänzlichen Verschiebung des Objectivschlittens nach jeder Ablesung und ungeachtet der häufig auch veränderten Oeffnung des „Quadratschubers" am Objective, einigermassen verstärkt wird durch eine Art von unwillkürlicher Erinnerung an die vorher gemachte Einstellung. Einflüsse ähnlicher Natur, deren Tendenz es ist, die Uebereinstimmung unmittelbar auf einander folgender Beobachtungen zu erhöhen, kommen wohl bei allen Arten von Messung mit in's Spiel; bei den photometrischen sind sie schon desshalb nicht völlig auszuschliessen, weil das Aussehen der von zwei verschiedenen Sternen herrührenden Lichtphantome wegen der Unterschiede der Färbung etc. niemals identisch gleich gemacht werden kann.

Als die wirklichen Ursachen der Verkleinerung des ganzen wahrscheinlichen Fehlers einer Beobachtung glaube ich folgende ansehen zu müssen:

1) Die erlangte bessere Kenntniss derjenigen atmosphärischen Umstände, welche gute Beobachtungen versprechen, und die sorgfältigere Auswahl derselben.

2) Die verhältnissmässig seltenere Zulassung grosser Zenitdistanzen (von 70 Grad und mehr). In den ersten Beobachtungen wurden dieselben vielfach aufgesucht, weil diejenigen Messungen, welche speciell zur Bestimmung der Extinction dienen sollten, damals einen bedeutenden Theil der ganzen Arbeit in Anspruch nahmen; neuerlich konnten sie um so leichter vermieden werden, weil bei der grössern Zahl der jetzt zur Beobachtung gezogenen Sterne immer genug Objecte in den höheren Gegenden des Himmels zu finden waren.

3) Die genauere Kenntniss des Durchsichtigkeitsverhältnisses der Gläsersysteme A und B, welche dadurch gewonnen worden ist, dass sich fast immer die Bestimmungen mehrerer Tage zu einem Mittel vereinigen liessen.

An dieser Stelle mag noch eine kleine vergleichende Zusammenstellung der verschiedenen Werthe ihren Platz finden, welche für dieselben Sterne mit demselben Instrumente, wie das Material allmählich zunahm, erhalten worden sind. Die ältesten derselben finden sich in einem Aufsatz, welcher der Bayerischen Akademie der Wissenschaften am 14. März 1846 vorgelegt wurde, und der in dem Bulletin derselben (Nr. 39 und 40 vom genannten Jahre) gedruckt ist: ich führe jedoch hier die Logarithmen anstatt der dort mitgetheilten Numeri auf; die beiden darauf folgenden Reihen sind entnommen aus den oft citirten Abhandlungen, welche ich hier mit I und II bezeichne; die letzte Columne enthält die neu bestimmten Werthe.

Man wäre berechtigt, an den Logarithmen einer jeden Reihe eine constante Correction anzubringen, weil dieselbe die Darstellung der Beobachtungen durch diese Zahlen nicht im mindesten ändert, und weil kein Grund da ist, wesshalb gerade der Stern *Wega* überall mit demselben Logarithmus (0,000) figuriren soll. Eine solche Correction würde die Uebereinstimmung der verschiedenen Zahlen noch etwas vortheilhafter hervortreten lassen; indessen ziehe ich es vor, dieselben hier ganz so wiederzugeben, wie sie in den früheren Aufsätzen publicirt worden sind. Zu bemerken ist noch, dass die ältesten Angaben zum Theil auf nur einmaliger Beobachtung beruhen.

Sternnamen.	Logarithmen der Helligkeiten nach den Bestimmungen von			
	1846.	1851.	1858.	1860.
Sirius	0,710	0,660	0,621	0,632
Wega . .	0,000	0,000	0,000	0,000
Rigel . . .	0,114	9,941	9,989	9,997
Capella . .	9,919	9,916	9,906	9,913
Arcturus . .	9,924	9,929	9,895	9,900
Procyon . . .	9,851	9,866	9,843	9,845
Attair . .	9,602	9,693	9,681	9,690
Spica . .	9,690	9,689	9,681	9,686
Beteigeuze . .	—	—	9,587	9,555
Fomalhaut . .	—	—	9,526	9,531
Regulus . .	9,531	9,510	9,512	9,513
Deneb . .	9,544	9,484	9,480	9,492
Aldebaran . .	9,556	9,559	9,524	9,482
Antares . . .	—	9,528	9,459	9,464
Pollux . . .	9,477	9,454	9,458	9,461
Polarstern . .	—	9,074	—	9,101
Algol . . . (gewöhnliche Helligkeit)	—	9,130	—	9,140

Die etwas grösseren Differenzen bei ein paar von diesen Sternen (Rigel? und Aldebaran) möchten wohl mit einer Variabilität derselben zusammenhängen. (Hierüber später.) Im Uebrigen sind die ohnehin kleinen fortschreitenden Berichtigungen nicht einmal immer Folge der neu hinzugetretenen Beobachtungen; so beruht der Unterschied zwischen dem zweiten und dritten Werthe für Capella grösstentheils auf der neuern Ausschliessung der Beobachtungen mit Zenitdistanzen von mehr als 80°, — und die zuletzt wieder eingetretene geringe Vergrösserung der Zahl

für denselben Stern hängt zusammen mit der Correctur des Schreibfehlers, welcher bei der Beobachtung Nr. 56 begangen war, und der schon weiter oben zur Sprache gekommen ist.

§. 10.

Nachdem wir jetzt im Besitze der wahrscheinlichsten Zahlen für die Sterne des Netzes sind (für welche allein eine Ausgleichung nothwendig war), ist es leicht, auch für alle übrigen die Resultate, die Helligkeit Wega's = 1 gesetzt, herzuleiten. Man braucht nur für jeden aus dem grossen Tableau des §. 3, in welchem die Ergebnisse der einzelnen Beobachtungen niedergelegt sind, den Helligkeitsunterschied gegen seinen dem Netze angehörigen Vergleichsstern zu entnehmen (reducirt wegen Extinction mittelst der in dieses Tableau eingetragenen beiden Grössen φz) und ihn zum Logarithmus der Helligkeit des Vergleichssternes zu addiren. Um das Zurückgehen auf die Originalzahlen zu erleichtern, habe ich in der folgenden Zusammenstellung bei jedem Sterne, der nicht zum Netz gehört, die Nr. der Beobachtung beigefügt, durch welche er bestimmt ist; durch diesen Zusatz unterscheiden sich zugleich die zahlreicheren auf nur Einmaliger Messung beruhenden Angaben von den besser festgestellten, die für die Netzsterne erhalten sind. Die Zusammenstellung gebe ich geordnet nach der Grösse der Zahlen, also nach der gemessenen Helligkeit, weil diese Anordnung für uns die natürlichste und für manche Anwendung bequem ist [1]; — aber selbstverständlich ohne die Prätension, dass wirklich jeder aufgenommene Stern heller sei, als alle, welche hier nach ihm aufgeführt werden. Denn es ist klar, dass man bei der verhältnissmässigen Kleinheit der Differen-

---

1) In anderer Reihenfolge, nämlich alphabetisch nach den Sternbildern, füge ich sie dem Schlusse dieser Abhandlung nochmals an.

zen zwischen den aufeinander folgenden Zahlen die Ordnung vielfach umstürzen kann mittelst geringer Correctionen, die sehr wohl zulässig sein würden. Wenn das Ziel der Arbeit gewesen wäre, die wirkliche Reihenfolge der Helligkeiten möglichst gut festzustellen, so würde ein anderer Plan für die Beobachtungen zu machen gewesen sein, als der unsrige, welchem die Absicht zu Grunde lag, die absolute Lichtmenge jedes einzelnen Sternes (auf eine gemeinsame Einheit reducirt) innerhalb so enger Grenzen festzustellen, als die Zeit und die Zahl der zu beobachtenden Sterne uns erlauben würden. — Wenn man aus dem folgenden Tableau die Zahlen herausnimmt für irgend zwei Sterne, die nur einfach bestimmt und nicht direct mit einander verglichen sind, so wird der sich ergebende Helligkeitsunterschied mit einem wahrscheinlichen Fehler behaftet sein $= \sqrt{2} \times 0,0244 = 0,0345$. Hieraus folgt, dass, wenn etwa der Tafel nach Stern A um 0,035 (logarithmisch ausgedrückt) heller wäre als Stern B, alsdann 3 gegen 1, aber nicht mehr, zu wetten sein würde, dass auch in der Natur A an Helligkeit dem B vorangeht[1]; hätte man also z. B. 20 Paare von Sternen mit dieser Differenz der tabulären Werthe ausgewählt, so würde zu erwarten sein, dass in ungefähr fünfen darunter die wahre Rangordnung durch die Beobachtungsfehler umgekehrt worden ist. Bei kleineren (gemessenen) Helligkeitsdifferenzen, wie sie vielfach vorkommen, ist natürlich eine

---

1) Denn es ist eben so wahrscheinlich, dass der aus den Mängeln der Beobachtungen entspringende Fehler auf die dem wahren Unterschiede entgegengesetzte Seite fällt, als es ist, dass er ihn vergrössert: und im angenommenen Falle ferner eben so wahrscheinlich, dass ersterer den letzteren an Grösse übertrifft, als es ist, dass er kleiner bleibt; so dass sich eine Probabilität $= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$ dafür ergibt, dass die Irrthümer der Messungen einen dem wahren Unterschied der Helligkeiten dem Sinne nach entgegengesetzten scheinbaren Unterschied erzeugt haben.

Einen Fall, in welchem ich zufällig bemerkt habe, dass mein eigenes Ur-

Versetzung der Sterne gegen ihre wirkliche Reihenfolge noch wesentlich leichter möglich.

Verzeichniss von 206 Fixsternen, deren Helligkeit photometrisch gemessen ist.

Geordnet nach der Grösse der aus den Messungen hervorgehenden Helligkeits-Logarithmen.

Zugleich Register für die Beobachtungen derjenigen Sterne, welche dem photometrischen Netze nicht einverleibt sind.

Durch das beigesetzte s sind die südlichen Sterne bezeichnet. — Die Sterne, bei welchen keine Beobachtungs-Nummer angesetzt ist, sind mehrfach bestimmt, da sie dem Netze angehören.

	Nr. d. B.	log. =		Nr. d. B.	log. =
Sirius s.		0,632	Procyon		9,845
Wega		0,000	Attair		9,690
Rigel s.		9,997	Spica s.		9,686
Capella		9,913	Beteigeuze		9,555
Arcturus		9,900	Fomalhaut s.		9,531

---

theil bei unmittelbarer Betrachtung von dem Ergebniss der Messungen abweicht, bieten die Sterne λ und μ Ursae majoris, von welchen mir nach einer Notiz bei Nr. 546 λ der schwächere scheint. Er ist indessen nach der Messung Nr. 546 etwas heller gefunden als nach der ein Jahr älteren Messung der Stern μ, und ich muss natürlich die Zahlen so ansetzen, wie sie hiernach folgen. Da λ bei grosser Zenitdistanz beobachtet ist, konnte hier ein Fehler, der die wirkliche Ordnung umkehrt, wohl entstehen; man darf aber trotzdem erwarten, dass keiner der beiden für diese Sterne gefundenen Logarithmen bedeutend von dem wahren ihm zukommenden Werthe entfernt ist.

In dem alphabetisch geordneten Catalog am Schlusse dieses Aufsatzes findet man zwei Sterne mehr als in dem obigen, nämlich ν und η Persei, die in Folge der Beobachtungen Nr. 743 und 742 neuerlich hinzugekommen sind. (Beide bei Argelander in die Classe 4.3 gesetzt.)

	Nr. d. B.	log. =
Regulus		9,513
Deneb		9,492
ε Canis majoris s	374	9,490 :
Aldebaran		9,482
Antares s.		9,464
Pollux		9,461
Castor		9,409
γ Orionis		9,408
β Tauri		9,360
ζ Orionis s.		9,344
ε Ursae majoris	252	9,330
η Ursae majoris	253	9,313
ε Orionis s.	360	9,281
β Aurigae		9,249
γ Geminorum	509	9,234
α Persei		9,229
κ Orionis s.		9,207
β Canis majoris s.	370	9,205
δ Canis majoris s.	375	9,197
α Andromedae		9,190
ζ Ursae majoris		9,182
α Ophiuchi		9,160
β Leonis		9,152
α Ursae majoris	249	9,145
γ Cassiopejae		9,143
Algol		9,140
α Coronae		9,120
δ Orionis s.	361	9,119
Polarstern		9,101
β Ursae majoris	250	9,076
β Ceti s.	345	9,050
α Arietis		9,051
γ Andromedae		9,038
γ Ursae majoris		9,029
γ Leonis	387	9,019
α Hydrae s.		9,017
β Cassiopejae	338	9,007
γ Cygni	258	8,994
η Canis majoris s.	376	8,990
β Andromedae	314	8,981
ϑ Aurigae		8,979
β Ursae minoris		8,974
α Pegasi		8,973
α Cephei		8,967
δ Leonis	388	8,964
α Cassiopejae	337	8,957
η Ophiuchi s.	292	8,942
ζ Ophiuchi s.	298	8,936
α Ceti	358	8,931
β Librae s.		8,919
ε Bootis		8,916
γ Draconis		8,912
β Arietis		8,897
β Pegasi		8,889
12 Canum venaticorum		8,875
ι Orionis s.	621	8,868
2α Librae s.	663	8,849
γ Pegasi		8,849
δ Corvi s.	650	8,839
β Canis minoris	521	8,837
γ Virginis s.	401	8,834
δ Cassiopejae	339	8,829
ε Pegasi		8,816
η Tauri	498	8,815
ε Cygni	282	8,814
ε Persei	356	8,800
η Bootis	273	8,799
δ Cygni		8,793
α Serpentis		8,790
ζ Tauri	382	8,788

	Nr. d. B.	log. =
ζ Persei	355	8,778
δ Draconis	311	8,755
γ Ursae minoris	286	8,752
ζ Herculis	302	8,751
η Draconis	280	8,748
ζ Aquilae	290 323	8,743
δ Persei	353	8,741
β Cephei		8,736
β Herculis		8,733
ι Draconis	303	8,732
ε Virginis		8,722
β Trianguli	488	8,716
β Draconis		8,704
γ Persei	351	8,699
η Pegasi	313	8,699
γ Aquilae		8,698
ι Aurigae	383	8,697
β Ophiuchi		8,694
ζ Draconis	294	8,692
ι Ursae majoris	542	8,678
β Cygni		8,676
γ Lyrae		8,667
δ Herculis		8,667
ϑ Aquilae s.	615	8,661
γ Bootis	299	8,656
η Orionis s.	630	8,656
ε Aurigáe	385	8,644
λ Orionis	626	8,642
λ Ursae majoris	546	8,640
ε Leonis	522	8,638
ϰ Ophiuchi	434	8,634
ϑ Ursae majoris	397	8,632
ϑ Leonis		8,631
δ Ursae majoris	251	8,625

	Nr. d. B.	log. =
ζ Hydrae	524	8,622
ψ Ursae majoris	394	8,619
β Aquarii s.	346	8,617
δ Aquilae	436	8,607
ε Geminorum	511	8,607
ε Cassiopejae		8,605
β Lyrae	442	8,604
λ Tauri	501	8,598
μ Ursae majoris	398	8,594
μ Geminorum	386 508	8,578
λ Aquilae s.	316	8,575
ζ Virginis	544	8,572
δ Aquarii s.	350	8,568
ζ Leonis	527	8,563
γ Ceti	484	8,551
ζ Cygni	295	8,549
ϰ Ursae majoris	541	8,544
η Leonis	523	8,539
ζ Pegasi	451	8,536
δ Geminorum	515	8,535
α Trianguli	487	8,531
α Herculis	439	8,528
η Cassiopejae	348	8,524
π Herculis		8,524
γ Cephei		8,511
ε Hydrae	525	8,510
η Virginis	407	8,510
o Ursae majoris	540	8,499
40 Lyncis	529	8,498
δ Andromedae	325	8,498
γ Serpentis	422	8,486
o Leonis	640	8,476
δ Virginis	402	8,472
β Bootis		8,471

	Nr. d. B.	log. =
ϑ Geminorum	506	8,471
δ Bootis	403	8,466
α Piscium	478	8,466
η Cephei	707	8,463
η Geminorum	507, 507a	8,460
β Serpentis	411, 580	8,459
ζ Cassiopejae	349	8,458
ι Cephei	709	8,456
μ Herculis	425	8,454
ϰ Geminorum	537	8,448
ε Serpentis		8,447
β Virginis	538	8,445
β Coronae	416	8,443
ζ Bootis	399	8,442
ϑ Pegasi	342	8,439
η Herculis		8,424
ε Aquarii? s.	305	8,417
α Aquarii s.	343	8,414
72 Ophiuchi		8,413
μ Pegasi	456	8,407
γ Coronae	410, 415	8,404
ϰ Draconis	405	8,404
γ Arietis	473	8,403
δ Serpentis	408	8,396
γ Herculis		8,396
ζ Cephei	708	8,395
τ Herculis	429	8,391
α Draconis		8,384

	Nr. d. B.	log. =
ο Herculis		8,382
ϑ Cephei	266	8,381
γ Sagittae	609	8,362
ε Herculis		8,360
38 Lyncis	529a	8,356 :
β Delphini	440	8,355
ζ Aquarii s.	467	8,343
γ Aquarii s.	344	8,337
δ Ceti s.	479	8,334
β Aquilae	289	8,316
ι Leonis	645	8,315
ι Herculis	424	8,308
ξ Herculis		8,305
η Aquarii s.	466	8,277
ξ Draconis	696	8,273
ε Delphini	445, 449	8,248
ϱ Herculis	675	8,247
λ Draconis	421	8,245
μ Bootis	562	8,206
ϑ Herculis		8,194
γ Delphini	444	8,172
ε Lyrae	684	8,165
e Herculis	674	8,155
ι Ophiuchi	680	8,131
ν Herculis		8,043 :
? Draconis	430	7,932
ϰ Delphini	447	7,783
Anon. Pegasi Piazz. XXI, 321	613	7,685
34 Bootis	670a	7,672::
λ Lyrae	678	7,562

§. 11.

Man kann die vorstehenden Zahlen vergleichen mit den Nummern der Grössenclassen, in welche die betreffenden Sterne im Argelander'schen Catalog zur Uranometria nova gebracht worden sind, — um zu untersuchen, was sich etwa in Bezug auf diese Grössenclassen ergeben mag. Zur bequemeren Uebersicht stelle ich wie folgt die Sterne zusammen, welche bei Argelander derselben Grösse zugetheilt sind; innerhalb dieser Classen ist die Reihenfolge die der gemessenen Helligkeiten.

Sterne, deren Helligkeiten photometrisch gemessen sind,

geordnet nach den Grössenclassen, in welche sie im Catalog der „Uranometria nova" gesetzt sind.

Classe 1.

Stern	Helligkeit
Sirius	0,632
Wega	0,000
Rigel	9,997
Capella	9,913
Arcturus	9,900
Procyon	9,845
Spica	9,686
Aldebaran	9,482

Classe 1.2.

Stern	Helligkeit
Atair	9,690
Fomalhaut	9,531
Regulus	9,513
Antares	9,464
Pollux	9,461

Classe 2.1.

Stern	Helligkeit
Deneb	9,492
ε Canis maj.	9,490
Castor	9,409

Classe 2.

Stern	Helligkeit
γ Orionis	9,408
β Tauri	9,360
ζ Orionis	9,344
ε Ursae maj.	9,330
η Ursae maj.	9,313
ε Orionis	9,281
β Aurigae	9,249
α Persei	9,229
δ Canis maj.	9,197
α Androm.	9,190
ζ Ursae maj.	9,182
α Ophiuchi	9,160
β Leonis	9,152
α Ursae maj.	9,145
γ Cassiopejae	9,143
α Coronae	9,120
δ Orionis	9,119
Polarstern	9,101
β Ceti	9,050
α Arietis	9,051
γ Leonis	9,019

Fortsetzung.

Stern	Helligkeit
α Hydrae	9,017
β Ursae min.	8,974
α Pegasi	8,973
β Librae	8,919

Classe 2.3.

Stern	Helligkeit
γ Geminorum	9,234
β Ursae maj.	9,076
γ Androm.	9,038
γ Ursae maj.	9,029
β Cassiopejae	9,007
β Androm.	8,981
δ Leonis	8,964
η Ophiuchi	8,942
α Ceti	8,931
ε Bootis	8,916
γ Draconis	8,912
β Pegasi	8,889
2α Librae	8,849
δ Corvi	8,839

Fortsetzung.

ε Pegasi	8,816
α Serpentis	8,790
β Herculis	8,732

Classe 3.2.

ϰ Orionis	9,207
β Canis maj.	9,205
γ Cygni	8,994
η Canis maj.	8,990
α Cephei	8,967
ζ Ophiuchi	8,936
β Arietis	8,897
γ Pegasi	8,849
γ Virginis	8,834
ε Cygni	8,814
ζ Herculis	8,751
η Draconis	8,748
ε Virginis	8,722
β Draconis	8,704
γ Bootis	8,656

Classe 3.

ϑ Aurigae	8,979
12 Can. venat.	8,875
ι Orionis	8,868
β Can. min.	8,837
δ Cassiopejae	8,829
η Tauri	8,815
η Bootis	8,799
δ Cygni	8,793
ζ Persei	8,778
δ Draconis	8,755
γ Ursae min.	8,752
ζ Aquilae	8,743
δ Persei	8,741
β Cephei	8,736
ι Draconis	8,732
β Trianguli	8,716
γ Persei	8,699
η Pegasi	8,699
γ Aquilae	8,698
ι Aurigae	8,697
β Ophiuchi	8,694

Fortsetzung.

ζ Draconis	8,692
ι Ursae maj.	8,678
β Cygni	8,675
δ Herculis	8,666
ϑ Aquilae	8,661
ε Leonis	8,638
ϑ Ursae maj.	8.632
ψ Ursae maj.	8.619
β Aquarii	8,617
μ Ursae maj.	8,594
μ Geminorum	8,578
δ Aquarii	8,568
ζ Leonis	8,563
ζ Cygni	8,549
δ Virginis	8,472
β Bootis	8,471
δ Bootis	8,466
η Herculis	8,423
α Aquarii	8,414
γ Herculis	8,395

Classe 3.4.

ε Persei	8,800
ε Tauri	8,788
γ Lyrae	8,667
η Orionis	8,656
ε Aurigae	8,644
λ Orionis	8,642
λ Ursae maj.	8,640
ϰ Ophiuchi	8,634
ϑ Leonis	8,631
δ Ursae maj.	8,625
ζ Hydrae	8,622
δ Aquilae	8,607
ε Geminorum	8,607
ε Cassiopejae	8,605
λ Tauri	8,598
λ Aquilae	8,575
ζ Virginis	8,572
γ Ceti	8,551
ϰ Ursae maj.	8,544
η Leonis	8,539
ζ Pegasi	8,536
δ Geminorum	8,535

Fortsetzung.

π Herculis	8,524
γ Cephei	8,511
ε Hydrae	8,510
η Virginis	8,510
ο Ursae maj.	8,499
40 Lyncis	8,498
δ Androm.	8,498
ϑ Geminorum	8,471
α Piscium	8,466
η Geminorum	8,460
β Serpentis	8,459
μ Herculis	8,454
ε Serpentis	8,446
β Virginis	8,445
ζ Bootis	8,442
ϑ Pegasi	8,439
72 Ophiuchi	8,413
ϰ Draconis	8,404
δ Serpentis	8,396
τ Herculis	8,391
α Draconis	8,384
ε Herculis	8,359
β Delphini	8,355
ζ Aquarii	8,343
ι Herculis	8,308
ξ Draconis	8,273
λ Draconis	8,245
γ Delphini	8,172

Classe 4.3.

α Trianguli	8,531
η Cassiopejae	8,524
γ Serpentis	8,486
ο Leonis	8,476
η Cephei	8,463
ι Cephei	8,456
ϰ Geminorum	8,448
β Coronae	8,443
ε Aquarii	8,417
γ Coronae	8,404
γ Arietis	8,403
ζ Cephei	8,395
ο Herculis	8,382
γ Sagittae	8,362

Fortsetzung.

γ Aquarii	8,337
ξ Herculis	8,305
η Aquarii	8,277
μ Bootis	8,206

Classe 4.

ζ Cassiopejae	8,458
μ Pegasi	8,407
ϑ Cephei	8,381
38 Lyncis	8,356
δ Ceti	8,334
β Aquilae	8,316
ι Leonis	8,315
ε Delphini	8,248
ζ Herculis	8,247
ϑ Herculis	8,194
ε Lyrae	8,165

Classe 4.5.

ι Ophiuchi	8,131
ν Herculis	8,043

Classe 5.4.

Classe 5.

e Herculis	8,155
ϰ Delphini	7,783

Classe 5.6.

Anon. Pegasi	7,685
λ Lyrae	7,562

Classe 6.5.

Classe 6.

34 Bootis	7,672

Ein Blick auf diese Zusammenstellung zeigt zunächst den weiten Umfang der Classen, die vielfach in einander übergreifen, und die Unbestimmtheit der zu denselben gehörigen Helligkeiten. Um nicht zu reden von Sternen, deren Helligkeit die der zweiten Grössenclasse übersteigt, so ist in der letztern selbst γ Orionis dreimal so hell als β Librae, ebenso in der Classe 2.3, γ Geminorum 3,2 mal so hell als β Herculis und in Classe 3.2 ϰ Orionis 3,5 mal so hell als γ Bootis; ϑ Aurigae in Classe 3 übertrifft 3,8 mal γ Herculis in derselben Classe, ε Persei in der nächstfolgenden mehr als viermal γ Delphini, und auch noch in Classe 4.3 und 4, in welchen ich vorzugsweise nur die auffallenderen (helleren) Sterne beobachtet habe, kommen in der Tafel Verhältnisse von 2 : 1 vor [1]. Man mag annehmen, dass durch die zufälligen Fehler

1) Einigermassen scheint sich ein Einfluss der Nachbarschaft eines Sternes auf seine Grössenschätzung insoferne geltend zu machen, als solche Sterne, die in der Nähe nicht so wohl von einzelnen sehr hellen, als vielmehr von glänzenden Constellationen stehen, relativ tief gesetzt sind, und daher in der Classe, welcher

der Messungen die innerhalb der Classen bestehenden Unterschiede noch etwas übertrieben werden (übrigens ist zu bemerken, dass unter den so eben herausgehobenen Sternen mehrere sich befinden, die dem Netz angehören und also relativ gut bestimmt sind); so viel scheint mir indessen unzweifelhaft, dass ungeachtet der Einführung der Zwischenclassen wie 2.3 u. s. w. von einer bestimmten Helligkeit, die einer Classe zugehöre, kaum die Rede sein kann. Uebrigens hat man es ohne Zweifel als eine Folge der durch Argelander vorgenommenen besseren Sichtung anzusehen, dass wenigstens solche Classen, die um die Grössen-Einheit aus einander liegen, (so weit unsere Messungen reichen) nur sehr wenig in einander übergreifen.

Die folgende kleine Zusammenstellung gibt für die einzelnen Grössenclassen die arithmetischen Mittel der in dieselben fallenden Helligkeitslogarithmen, und daneben für diejenigen, welche systematisch beobachtet sind, den Umfang der Classe, wie er aus den Messungen sich ergeben würde, d. h. die Differenz zwischen dem grössten und kleinsten zu ihr gehörigen Logarithmus[1]:

	Mittlere Helligkeit.	Umfang.
Classe 1	9,9318	1,151
1.2	9,5318	0,229
2.1	9,4637	0,083
2	9,1609	0,488

---

sie eingereiht sind, sich an Helligkeit auszeichnen. So z. B. γ, ζ, $\varkappa$, ι Orionis, γ Geminorum, 12 Canum venaticorum, ε Persei, η und ζ Cassiopejae etc. (Vergleichungen von γ Geminorum mit anderen Sternen, durch welche dieser Stern neuerlich dem Netze einverleibt worden ist, haben den für ihn gefundenen Werth bestätigt. Anmerkung von 1862.)

1) Von der einzelnen Bestimmung eines Sterns, der bei Argelander in die 6. Classe gesetzt ist (34 Bootis), mache ich hier keinen weiteren Gebrauch, da sie nach dem Journal sehr unsicher ist, und durch Nichts controlirt wird.

	Mittlere Helligkeit.	Umfang.
Classe 2.3	8,9379	0,502
3.2	8,8847	0,550
3	8,6733	0,584
3.4	8,5058	0,628
4.3	8,4064	
4	8,3110	
4.5	8,0870	
5.4		
5	7,9690	
5.6	7,6235	

Wenn man die Differenzen zwischen auf einander folgenden Mittelwerthen in Betracht ziehen will, so muss man berücksichtigen, dass (wie Argelander p. XIX der Einleitung zum Sterncatalog anführt) die Zwischenclassen nur ungefähr die halbe Ausdehnung der Hauptclassen haben, wornach also z. B. die Classe n sich erstrecken wird von der Grösse $n - \frac{1}{4}$ bis $n + \frac{1}{4}$, die Classe n . n + 1 von $n + \frac{1}{4}$ bis $n + \frac{1}{2}$ u. s. w. Die Mitte einer Zwischenclasse wird hiernach von der Mitte der nächsten Hauptclasse entfernt liegen um $\frac{3}{8}$ Sterngrössen, dagegen von der Mitte der anliegenden Zwischenclasse nur um $\frac{2}{8}$ Grössen. Um ein gemeinschaftliches Maass zu erhalten, wird man also die Helligkeitsunterschiede zwischen jenen mit 3, zwischen diesen mit 2 dividiren. Es ergeben sich dann folgende Werthe:

Classe.	Helligkeitsunterschied auf $\frac{1}{8}$ Grössenclasse.
1	
	0,1333
1.2	
	0,0341
2.1	
	0,1069
2	
	0,0743
2.3	
	0,0266
3.2	

Classe.	Helligkeitsunterschied auf ⅛ Grössenclasse.
3.2	
	0,0705
3	
	0,0558
3.4	
	0,0497
4.3	
	0,0318
4	
	0,0747
4.5	
5.4	0,0236
5	
	0,1152
5.6	

Die letzten Zahlen sind offenbar dadurch entstellt, dass die wenigen Sterne der untersten Classen, welche gemessen wurden, ihre Classen nicht überall richtig repräsentiren; so ist offenbar der Schritt von 4.3 auf 4 zu klein und der von 4 auf 4.5 zu gross gefunden worden, weil die beobachteten Sterne der Argelander'schen Grösse 4 mehr als die durchschnittliche Helligkeit ihrer Classe haben; übrigens bemerkt man, dass auch sonst die Schätzung keineswegs Intervalle von gleicher Grösse in ihrer Scala aufgestellt hat.

Wenn man durch einen mathematischen Ausdruck die Verbindung darstellen will zwischen der Nummer der Grössenclasse, in welche ein Stern nach dem populären Gebrauche gesetzt wird, und der ihm zukommenden Helligkeit, so kann bei den grossen Unterschieden zwischen Sternen, die derselben Classe zugewiesen werden, natürlich nur die Rede sein von einer Gleichung, die mit roher Approximation zwischen beiden Grössen sich eingehalten findet. Offenbar lassen sich sehr verschiedene Formeln (Interpolations-Ausdrücke) aufstellen, die mittelst passender Bestimmung von ein paar Constanten einer so wenig bindenden Forderung entsprechen; die bequemste Annahme für die Rechnungen ist die, dass die Logarithmen der Helligkeiten auf einander folgender (ganzer) Grössenclassen eine arithmetische Reihe bilden sollen. So viel ich weiss,

ist Steinheil der Erste, welcher (in seiner mehrfach citirten Preisschrift p. 21 ff.) gezeigt hat, dass eine Formel dieser einfachen Art gebildet werden kann mit dem Erfolge, dass sie für die verschiedenen Grössenclassen Helligkeiten gibt, welche ganz gut in die Grenzen hineinfallen, innerhalb deren die gebräuchliche Scala unsicher ist. Ich werde hier eine ähnliche Rechnung, wie die an der angeführten Stelle von ihm gegebene, auf die uns jetzt vorliegenden Messungsresultate anwenden.

Bezeichnet man mit m die Nummer der Grössenclasse, welcher ein beobachteter Stern zugetheilt wird [1], mit L den Logarithmus seiner gemessenen Helligkeit, mit α und β Constanten, die erst bestimmt werden sollen, so wird nach der angenommenen Verbindung zwischen m und L sich ergeben:

$$\alpha - \beta m = L$$

Jeder beobachtete Stern liefert eine solche Gleichung, die indessen nur approximativ erfüllt werden muss, weil m und L mit Fehlern behaftet sein können. Man wird aus allen Gleichungen dieser Art die wahrscheinlichsten Werthe von α und β berechnen. Dabei ist den Gleichungen für alle verschiedenen Sterne wesentlich gleiches Gewicht beizulegen, selbst wenn der Eine viel öfter als ein anderer beobachtet sein mag; denn die Wiederholung der Messung verkleinert wohl die Unsicherheit von L, aber nicht zugleich den Fehler, welcher aus unrichtiger Annahme von m entspringt, und der (wie aus dem Uebergreifen der verschiedenen Grössenclassen zu erkennen ist), viel weitere Grenzen hat, als der bei L mögliche Irrthum. Nach der Methode der kleinsten Quadrate erhält man daher für die Unbekannten α und β folgende beiden Normalgleichungen:

---

1) Für die Zwischenclassen ist m eine gemischte Zahl: z. B. ist nach dem Obigen für die Argelander'sche Classe n . n + 1 zu setzen $m = n + \frac{3}{8}$.

$$\alpha \Sigma \nu - \beta \Sigma (\nu m) = \Sigma SL$$
$$- \alpha \Sigma (\nu \mu) + \beta \Sigma (\nu m^2) = \Sigma (m SL)$$

Hier bezeichnet ν die Anzahl der beobachteten Sterne, die zu derselben Grössen-Nummer m gehören: SL ist die (Partial-) Summe der Werthe von L, welche diesen ν Sternen entsprechen, und die durch Σ angedeuteten Summen sind über die verschiedenen Grössenclassen, für welche Beobachtungen vorliegen, zu erstrecken. Bei der Zahlenrechnung habe ich ausgeschlossen die Sterne der Grössen 1 und 1.2, welche zu singulär in Bezug auf ihren Glanz stehen, als dass man sie einer allgemeinen Regel unterordnen könnte, ferner die beobachteten Sterne aus der Classe 4, weil, wie vorher erwähnt, ihre Helligkeit eine für den Durchschnitt zu grosse gewesen zu sein scheint, endlich auch, wie schon oben, den Stern 34 Bootis. Hiernach waren im Ganzen 175 Bedingungsgleichungen vorhanden. Die aus denselben abgeleiteten Normalgleichungen stellten sich mittelst der Substitution

$$\beta = 8 \beta'$$

(die zur Beseitigung der bei m vorkommenden Brüche dient) in Zahlen wie folgt dar:

$$175 \alpha - 4169 \beta' = - 227{,}804$$
$$- 4169 \alpha + 104211 \beta' = 5706{,}149$$

und die Werthe der Unbekannten werden

$$\alpha = 0{,}057516$$
$$\beta' = 0{,}0570566; \beta = 0{,}456453$$
$$= \log. 2{,}8606.$$

Vermittelst dieser Zahlen würde daher der Zusammenhang zwischen der Grössenziffer m und dem Logarithmus der Helligkeit L eines Sternes sich darstellen durch die Gleichung

$$L = 0{,}057516 - 0{,}456453 . m$$

welche gleichbedeutend ist mit folgender, in welcher M die Lichtmenge

des Sternes in unserer Einheit ausgedrückt, oder den zu L gehörigen Numerus vorstellt:

$$M = 1{,}14161\ (2{,}8606)^{-m}.$$

In Worte liesse sich die Gleichung auch so übersetzen, dass man sagen würde: *die Nummern der Grössenclassen verschiedener Sterne, negativ genommen, sind approximativ Logarithmen der Helligkeiten dieser Sterne, bezogen auf die Basis des logarithmischen Systemes* = 2,8606, *und auf eine Helligkeits-Einheit, welche im Verhältniss* 1,1416 : 1 *die Lichtmenge von Wega übertrifft*[1].

Die Zahl 2,8606, welche angibt, um wie viel, in möglichst gutem Anschluss an unsere Beobachtungen, ein Stern heller ist als ein anderer, dessen Grössenclasse durch eine um Eins höhere Zahl bezeichnet wird, stimmt sehr nahe überein mit derjenigen, welche Steinheil a. a. O. gefunden hat, nämlich mit 2,831. Ich betrachte diess übrigens als einen Zufall, denn bei den grossen Unterschieden zwischen den Helligkeiten solcher Sterne, die in dieselbe Classe gesetzt sind, kann man, wenn wenige ausgehoben werden, sehr verschiedene Zahlen finden, namentlich wenn man, wie Steinheil gethan hat, auch Sterne erster Grösse (unter welchen sogar Sirius war) mit zuzieht. Für die ganzen Grössenclassen würden aus unserer Formel folgende Logarithmen der Helligkeiten sich ergeben:

Classe 0 . . 0,0575. Der Normalstern dieser Classe wäre also etwas heller als Wega, — nicht ganz so hell als α Centauri[2].

---

1) Oder auch so, wenn man lieber will: Die Nummern der Grössenclassen, um ⅛ vermindert und negativ genommen, stellen approximativ Logarithmen vor (zur oben angegebenen Basis gehörig) der Helligkeiten der betreffenden Sterne, die Lichtmenge von Wega = 1 gesetzt.

2) Vgl. wegen des Grössenverhältnisses dieses südlichen Sternes zu α Lyrae die Abh. I p. 56 Anmerkung.

Classe 1 . . 9,6011. Der Normalstern würde fallen zwischen Spica und Beteigeuze.
Classe 2 . . 9,1446. Normalstern ungefähr gleich α Ursae majoris oder γ Cassiopejae.
Classe 3 . . 8,6882. Normalstern nahe gleich β Ophiuchi.
Classe 4 . . 8,2317. Normalstern wenig schwächer als ϱ Herculis.
Classe 5 . . 7,7753.
Classe 6 . . 7,3188.

(Jeder Zwischenclasse würde ein Logarithmus entsprechen, der um 0,1712 von demjenigen der nächsten Hauptclasse verschieden wäre.)

Die Scala weiter fortzusetzen, würde sehr gewagt sein, weil man durchaus keine Sicherheit dafür hat, dass die späteren Stufen mit diesen ersten nahe gleich gross sind. In der That hat *Pogson* dem Helligkeitsverhältnisse zwischen Sternen aufeinander folgender späterer Classen eine wesentlich kleinere Zahl als die unsrige, nämlich 2,512 anstatt 2,861 sehr nahe entsprechend gefunden (s. Astron. Nachr. Nr. 1123). Hiernach wäre einiger Grund gegeben zu der Annahme, dass die Abstände der Helligkeiten auf einander folgender Classen (Differenzen der Logarithmen dieser Helligkeiten) besser dargestellt werden durch eine Reihe, deren Glieder allmählich abnehmen, als durch eine solche von constanten Gliedern. Es wäre diess auch in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass die Sterne, welche wir in die erste Classe setzen, relativ gegen die der nächstfolgenden, im Durchschnitt viel heller sind, als der geometrischen Progression entspräche, — und zugleich würde eine Scala von abnehmenden Stufen sich auch derjenigen mehr annähern, welche *Sir John Herschel* seinen Messungen entsprechend gefunden hat. Indessen ist auf diess alles nur wenig Werth zu legen, denn die Unbestimmtheit der Helligkeiten in den einzelnen Grössenclassen ist so gross, dass man aus denselben so ziemlich herauslesen kann, was man will. Um mich zu überzeugen, ob unsere Vergleichungen *nothwendig* eine wesentlich grössere Zahl als die Pogson'sche fordern (welche

gibt $\beta = \log. 2{,}512 = 0{,}4000$), habe ich den Werth von α gesucht, welcher in Verbindung mit diesem vorausgegebenen β unseren Beobachtungen am besten entspricht. Derselbe wird einfach aus der ersten unserer beiden obigen Normalgleichungen durch Substitution dieses β gefunden: denn wenn die letztere Grösse bekannt ist, so liefert die Methode der kleinsten Quadrate für die einzige Unbekannte α eine Gleichung, welche völlig identisch mit unserer ersten ist. Aus derselben findet sich dann

$$\alpha = -0{,}11059 = 9{,}88941 - 10$$

und es würden nun mit dem Pogson'schen Werth für das Verhältniss zwischen den Helligkeiten auf einander folgender Classen folgende Logarithmen sich ergeben:

Classe 0 . . 9,8894. Normalstern wenig schwächer als Arcturus.
Classe 1 . . 9,4894. Normalstern sehr nahe gleich Deneb.
Classe 2 . . 9,0894. Normalstern etwas unter Polaris.
Classe 3 . . 8,6894. Normalstern nahe gleich β Ophiuchi.
Classe 4 . . 8,2894. Normalstern etwas heller als ϱ Herculis.
Classe 5 . . 7,8894.
Classe 6 . . 7,4894.

(Unterschied des Logarithmus einer Zwischenclasse von denjenigen für die nächste Hauptclasse wäre hier $= 0{,}1500$.)

Man sieht, dass auch diese Zahlen im Ganzen gut genug in die verschiedenen Grössenclassen hineintreffen, so dass sie als ganz wohl zulässig erscheinen würden: ob sie vielleicht für die letzten Classen den mittleren Verhältnissen wesentlich weniger gut entsprechen würden, als die früheren, kann aus unseren Beobachtungen nicht entschieden werden, da dieselben bis jetzt zu wenige Sterne der Grössen 5 und 5.6 umfassen. Ebenso fehlen mir, für den Augenblick wenigstens, die Hilfsmittel zur Untersuchung, ob der richtige Anschluss zwischen denjenigen Sternen, welche hiernach die normale Helligkeit 6ter Grösse haben würden, und den Pogson'schen Sternen dieser Grösse sich ergäbe.

Es versteht sich, dass jede Zahl, welche man zwischen 2,861 und 2,512 nach Belieben herausgreifen würde, um durch sie das normale Verhältniss zwischen auf einander folgenden ganzen Sterngrössen zu bestimmen, unseren Beobachtungen noch besser angepasst werden könnte, als Pogson's Zahl. Unter Anderem könnte man also etwa, nach einer Idee, welche mir von Herrn Professor *Bruhns* mitgetheilt worden ist, die Zahl $e = 2,718\ldots$ wählen, und hierdurch bewirken, dass die Nummern der Grössenclassen, negativ genommen, *natürliche Logarithmen* der Helligkeiten vorstellen würden. Indessen scheint die Aufstellung irgend einer neuen und besser fixirten Scala für die Einreihung der Sterne in Grössenclassen nur wenig Werth zu haben. Denn in der Anwendung dieser Scala nach blosser *Schätzung* auf die einzelnen Sterne würde man natürlich den nämlichen Irrthümern unterworfen sein, in Folge deren es bisher möglich war, dass Ein Beobachter in einerlei Classe Sterne von so grossen Helligkeitsunterschieden setzte, wie oben angezeigt worden ist: wenn man dagegen photometrische *Messung* voraussetzt, so muss diese immer die Verhältnisszahlen der Helligkeiten selbst liefern: diese Zahlen sind viel besser berechtigt und viel directer verständlich, als irgend welche, die auf eine conventionelle Scala hinweisen, und ihre gemeinen Logarithmen sind für den Gebrauch weitaus bequemer, als Logarithmen sein könnten, die sich auf irgend eine für diesen besonderen Zweck angenommene Basis beziehen.

§. 12.

Weil von uns die nördlichen Sterne bis zur Argelander'schen Grösse 3.4 inclusive sämmtlich beobachtet sind, so kann man nun auch die Frage beantworten, wie viel Licht auf unserer Hemisphäre allen Sternen einer einzelnen unter den hellsten Classen vereinigt angehört. Um streng zu gehen, müsste man für die nördlichen Sterne zu den aufgeführten Logarithmen ihrer Helligkeiten die Zahlen einzeln aufschlagen und diese zusammen addiren: ich habe indessen dieses Verfahren nur

für die Sterne eingehalten, welche heller als zweiter Grösse sind; bei den übrigen wurde nur in jeder Classe das arithmetische Mittel der verschiedenen Helligkeits-Logarithmen (mit Ausschluss der südlichen Sterne) aufgesucht, und der zu demselben gehörige Numerus, multiplicirt mit der Anzahl der betreffenden Sterne, für die gesammte Quantität des Lichtes der Classe angenommen[1]. Es haben sich dabei folgende Zahlen ergeben:

Nördliche Sterne.

2 Sterne der Grösse 2.1 (nach Argel.), näml. Deneb und Castor.	Lichtmenge	= 0.56.7
18 „ „ „ 2 „ „	zusammen Lichtmenge . .	= 2.68
14 „ „ „ 2.3 „ „	„ „ . .	1.25
10 „ „ „ 3.2 „ „	„ „ . .	0.64.6
36 „ „ „ 3 „ „	„ „ . .	1.72
47 „ „ „ 3.4 „ „	„ „ . .	1.50
Zusammen 127 Sterne von Grösse 2.1 bis 3.4	mit Lichtmenge	8.36

Diesen stehen gegenüber folgende nördlichen Sterne der Grössen 1 und 1.2 (bei Argelander) mit den beigesetzten Lichtmengen:

Wega	1.000
Capella	0.819
Arctur	0.794
Procyon	0.700
Attair	0.490
Beteigeuze	0.358
Regulus	0.326
Aldebaran	0.303
Pollux	0.289
Zusammen 9 Sterne	5.08

1) Mit andern Worten: es wurde mit der Anzahl der Sterne das *geometrische* Mittel ihrer Helligkeiten multiplicirt, während strenge genommen das *arithmetische* Mittel derselben anzuwenden gewesen wäre.

Wenn man Deneb mit hieher rechnet, wie es passend ist, weil die Messungen (auch eine directe Vergleichung Nr. 651) ihn heller ergeben als Pollux, so erhöht sich die letzte Zahl auf 5.39 und die für die schwächeren Sterne verkleinert sich auf 8.05. Alle nördlichen Sterne, die bei Argelander oberhalb der Mitte zwischen Grösse 3 und Grösse 4 gesetzt sind, haben also vereinigt ungefähr 13.44 mal so viel Licht als Wega allein, oder wenig mehr als 3 mal so viel, als Sirius für sich hat (4.29); von dieser Gesammtmenge kommen sehr nahe $\frac{2}{5}$ auf die 10 Sterne erster und erster auf zweiter Grösse, und ungefähr 0.38 des Ganzen (5.12 oder 1.2 mal so viel Licht als Sirius hat) gehören den 107 Sternen an, welche die zweite Grösse nicht erreichen. Die von uns hier betrachteten nördlichen Sterne alle vereinigt haben endlich etwas mehr als anderthalb mal so viel Licht, als Jupiter in mittlerer Opposition (8.24 nach Abh. II p. 34) oder ungefähr den dritten Theil des Lichtes der Venus in ihrem mittleren grössten Glanz (38.9 s. ebenda).

§. 13.

Der Besitz eines Materiales, welches systematisch die Sterne oberhalb einer gewissen festgestellten Helligkeit umfasst, erlaubt ferner, die Vertheilung der verschiedenen Zahlen zu vergleichen mit derjenigen, welche stattfinden müsste, wenn lauter Körper von gleicher Leuchtkraft im Raume gleichmässig vertheilt wären. Nimmt man an, um die letztere Hypothese mathematisch zu verfolgen, dass r die Distanz des entferntesten (oder, nach dieser Hypothese, des lichtschwächsten) der gemessenen Sterne vom Sonnensystem wäre, so würde man, wenn n Sterne vorhanden sind, deren Helligkeit nicht unter diejenige dieses letzten Sternes sinkt, in einer Kugel vom Volumen $\frac{4}{3}\pi r^3$ n Sterne haben; bezeichnet μ irgend einen echten Bruch, so werden also bei der angenommenen gleichen Vertheilung im Raume μn Sterne vorhanden sein

in einer Kugel vom Volumen $\frac{4}{3}\pi r^3 \mu$ oder vom Radius $r\sqrt[3]{\mu}$; der entfernteste unter diesen wird die Distanz haben $r\sqrt[3]{\mu}$, und seine Helligkeit wird sich zu derjenigen des Sternes in der Distanz r verhalten wie $1 : \mu^{\frac{2}{3}}$. Wäre also L der Logarithmus der Helligkeit, welche unserem schwächsten Stern der Messung nach zukommt, so müsste man zufolge unserer Hypothese erwarten, dass bei der Abzählung μn Sterne gefunden würden, für welche der Logarithmus der Helligkeit grösser wäre als $L - \frac{2}{3} \log. \mu$.

Wenn man für μ nach und nach Brüche setzt wie $\frac{1}{m}, \frac{2}{m}, \frac{3}{m}, \ldots \frac{m-1}{m}$, so wird durch diese Annahme die ganze Kugel vom Radius r in eine Folge von concentrischen Hohlkugeln (nur die innerste voll) zerlegt, welche alle gleiches Volumen haben. In jeder derselben werden also $\frac{n}{m}$ Sterne zu erwarten sein: die Logarithmen der Helligkeiten, welche nach unserer Hypothese den Grenzflächen der in einander steckenden Hohlkugeln entsprechen, werden sein $L + \frac{2}{3} \log. m$; $L + \frac{2}{3} \log. \frac{m}{2}$; $L + \frac{2}{3} \log. \frac{m}{3}$; . . . $L + \frac{2}{3} \log. \frac{m}{m-1}$.

Für die Anwendung auf die uns vorliegenden Zahlen müssen wir halbe Kugeln (durch den Aequator abgeschnitten) an die Stelle der ganzen setzen, weil nur die nördlichen Sterne bis zu einer bestimmten Helligkeit herab systematisch beobachtet sind. Hiedurch wird offenbar an unseren Betrachtungen nichts Wesentliches verändert. Was den Grenzwerth L betrifft, so sind in unsere Messungen diejenigen Sterne, welche nach Argelander näher der 3. als der 4. Classe stehen, noch vollzählig

hereingezogen; die Mittelgrenze zwischen der 3. und 4. Classe würde nach der früheren Untersuchung treffen auf den Logarithmus 8.460. Bei der Unsicherheit der vorhandenen Einreihung der Sterne in die Grössenclassen wäre es aber sehr gewagt anzunehmen, dass unter den nicht gemessenen Sternen, welche dermalen der Classe 4.3 eingereiht sind, keiner von grösserer Helligkeit sich befände; hingegen glaube ich, dass man bei der Annahme $L = 8,560$ wird erwarten dürfen, dass jedenfalls nur sehr wenige hellere Sterne in unserem Verzeichnisse fehlen. Diese Vermuthung wird verstärkt durch den Umstand, dass von den beobachteten Sternen, welche bei Argelander in die Classe 4.3 oder eine spätere gesetzt sind, kein einziger oberhalb jener Grenze fällt. Unser Katalog gibt überhaupt oberhalb derselben 101 nördliche Sterne, unter welchen ζ Leonis der schwächste; wir setzen also $n = 101$. Für die Anzahl m der in einander gefügten Halbkugeln habe ich der Reihe nach die Zahlen 2, 3, 4 gewählt, und gebe hier die Resultate:

1) Theilt man nur in zwei Halbkugeln, so findet sich der Logarithmus der Helligkeit, welche ihrer gemeinschaftlichen Grenzfläche entspricht $= 8,560 + \frac{2}{3} \log. 2 = 8,761$. Man müsste also erwarten, nahezu $\left(\frac{n}{2}, \text{ d. i.}\right)$ 50 nördliche Sterne zu finden, deren Helligkeits-Logarithmus grösser wäre, als 8,761, und ungefähr eben so viele mit Logarithmen zwischen 8,761 und 8,560. In Wirklichkeit findet man 59 Sterne in der ersteren und 42 in der zweiten Classe.

2) Theilt man in 3 Halbkugeln, so finden sich für ihre Zwischenflachen die Logarithmen der Helligkeiten 8,878 und 8,677. Wenn also die Hypothese von der gleichen Vertheilung und Leuchtkraft der Sterne in der Natur ungefähr realisirt wäre, müsste man erwarten, nahezu je 34 nördliche Sterne zu finden in jeder der 3 Gruppen, für deren Helligkeits-Logarithmen die Zahlen 8,878, 8,677 und 8,560 die unteren Grenzen

bilden. Die Abzählung gibt dagegen 46 Sterne in der ersten (hellsten) Gruppe, 32 in der zweiten, und nur 23 in der letzten.

3) Für m = 4 ergeben sich auf ähnliche Weise die Logarithmen, welche den Helligkeiten an den Grenzen der 4 Halbkugeln entsprechen, = 8,961; 8,761; 8,643; 8,560. In den entsprechenden Gruppen findet man folgende Anzahlen von Sternen: 40 in derjenigen der hellsten, 19 in der folgenden, 24 in der nächsten und 18 in der letzten: — während nach unserer Hypothese nahezu 25 auf eine jede treffen sollten.

Es ergibt sich also als gemeinschaftliches Resultat dieser Abzählungen, *dass die hellen Sterne und namentlich die hellsten ein bedeutendes und mit einer annähernden Richtigkeit unserer Hypothese nicht vereinbares Uebergewicht in den Zahlen behaupten*[1]. Damit ist constatirt, dass bereits innerhalb der ersten Grössenclassen ein Verhalten sich geltend macht, welches man nothwendig im *Ganzen* wiederfinden müsste, wenn es möglich wäre, in den Abzählungen bis auf die letzten Helligkeiten herabzugehen. Denn wenn Sterne auch der spätesten Grössenziffern so zahlreich vorhanden wären, wie sie es unter der Annahme einer gleichmässigen Erfüllung des unbegrenzten Raumes mit Körpern von durchschnittlich gleicher Leuchtkraft sein müssten, so würde, wie man leicht beweist, die Summe des Lichtes, welches uns von allen denjenigen zugehen würde, die weiter als um eine bestimmte Distanz von uns entfernt wären, unendlich gross ausfallen müssen, während sie in Wirklichkeit nur eine endliche Grösse hat. Diejenige Erklärung des letzteren Umstandes, welche sich nach unserer übrigen Kenntniss von

1) Allerdings ist zu bemerken, dass, wenn einige Sterne, deren Helligkeits-Logarithmus 8,560 übersteigt, in unserem Cataloge fehlen sollten, diese gerade in den letzten Classen (der lichtschwächsten Sterne) abgehen würden. Aber es scheint nicht wohl denkbar, dass ihrer genug fehlen sollten, um das Missverhältniss in der Vertheilung der Zahlen aufzuheben.

der Anordnung des grossen Weltgebäudes zunächst darbietet, liegt in der Annahme, dass in grossen Entfernungen von uns die Sterndichtigkeit stark abnimmt, oder mit andern Worten, dass wir uns innerhalb eines Sternhaufens (des Milchstrassen-Systemes) befinden. Wenn man die analoge Erscheinung, welche wir bei den Sternen der hellsten Classen nachgewiesen haben, auf analoge Art erklären will, so muss man schliessen, dass innerhalb dieses Systemes bereits auf solche Distanzen, wie sie im Mittel etwa den Sternen der Grösse 3.4 entsprechen, eine Abnahme der Häufigkeit der Sterne von innen gegen aussen wahrnehmbar wird.

Man muss übrigens bemerken, dass die Vergleichung derjenigen Zahlenverhältnisse, welche die Folge einer hypothetisch angenommenen gleichmässigen Vertheilung der Sterne sein würden, mit dem wirklichen Befund auf ein wesentlich anderes Resultat führt, sobald man im Weltraume eine, wenn auch sehr kleine, Extinction des Lichtes annimmt. Dass eine solche das Licht der Sterne merklich schwächen könnte, obgleich die Beobachtungen innerhalb des Sonnensystemes bis jetzt nichts von ihrem Einflusse verrathen (s. Abh. II p. 57), ist an und für sich klar. Nimmt man an, dass sie besteht, so wird sie bewirken, dass in der Entfernung r von der Lichtquelle die Helligkeit im Verhältnisse von $e^{-gr} : 1$ (wo g eine Constante vorstellt) schwächer ausfällt, als sie ohne Extinction sein würde. Es werden sich daher in der jetzt gemachten Annahme die mittleren apparenten Helligkeiten, welche zwei Sternen in den Entfernungen $r\sqrt[3]{\mu}$ und r entsprechen, nicht mehr verhalten wie $r^{-2}\mu^{-\frac{2}{3}} : r^{-2}$, sondern wie

$$r^{-2}\mu^{-\frac{2}{3}}e^{-gr\sqrt[3]{\mu}} : r^{-2}e^{-gr},$$

oder wie

$$e^{gr(1-\sqrt[3]{\mu})}\mu^{-\frac{2}{3}} : 1;$$

das heisst, wenn der Logarithmus der mittleren Helligkeit (für ein Sy-

stem, dessen Modulus M ist), an der Oberfläche der äusseren Kugel L heisst, so wird er an derjenigen der inneren Sphäre sein

$$L + Mgr\left(1 - \sqrt[3]{\mu}\right) - \frac{2}{3}\log.\ \mu$$

Weil das zweite Glied dieses Ausdruckes für $\mu < 1$ seiner Natur nach positiv ist, so sieht man, dass der Einfluss der Extinction die Logarithmen der Helligkeiten, welche den Grenzen unserer inneren Kugeln entsprechen, sämmtlich erhöht. Die Folge davon wird sein, dass jetzt nicht mehr so viele Sterne gefunden werden, als nach der andern Abzählung, deren Helligkeitslogarithmen jene Grenzwerthe übertreffen, und dass also das Uebergewicht, welches die helleren Sterne in den Anzahlen hatten, möglicher Weise verschwindet. Wenn man als Beispiel der Anwendung etwa die Eintheilung der Sterne in nur zwei in einander steckende Kugeln annehmen will, und sich vorsetzt, denjenigen Betrag der vorausgesetzten Extinction aufzusuchen, welcher bewirkt, dass in den beiden Gruppen (der helleren und der schwächeren Sterne) vermöge der Art, wie jetzt die Scheidung zwischen denselben vorzunehmen ist, gleich viele Sterne gefunden werden, so muss

$$L + Mgr\left(1 - \sqrt[3]{\mu}\right) - \frac{2}{3}\log.\ \mu$$

ungefähr den Werth 8,816 annehmen, weil oberhalb dieser Zahl, welche den Logarithmus der Helligkeit des dem Range nach 51sten unserer 101 Sterne (ε Pegasi) vorstellt, eben so viele Logarithmen in dem Catalog gefunden werden, als abwärts von ihr. Man erhält demnach mit

$\mu = \frac{1}{2}$ und $L = 8{,}560$; $8{,}560 + Mgr\left(1 - \sqrt[3]{\frac{1}{2}}\right) + \frac{2}{3}\log.\ 2$ $= 8{,}816$; womit sich ergibt $Mgr = 0{,}2655$, und also $e^{gr} = 10^{Mgr}$ $= 1{,}847$. Man müsste also, um in dem inneren und in dem äusseren Kugelraum gleich viel Sterne von durchschnittlich gleicher Leuchtkraft annehmen zu können, voraussetzen, dass das Licht von Sternen an der

Aussengrenze der äusseren Schaale auf seinem Wege zu uns durch Absorption geschwächt wird ungefähr im Verhältnisse von 1,85 : 1[1].

Eine weitere Verfolgung dieses letzten Gegenstandes könnte leicht auf das Gebiet ziemlich willkürlicher Speculationen überführen. Dennoch lässt sich vielleicht ein Schluss von einigem positiven Werthe an unsere Betrachtung anknüpfen. Wenn nämlich im Weltraume eine Extinction des Lichtes überhaupt besteht, so zeigt es sich als unwahrscheinlich, dass dieselbe auf *die* Entfernung, welche im Durchschnitt Sternen der ungefähren Helligkeit von ζ Leonis (8,56) zukommt, das Licht in einem merklich stärkeren Verhältnisse als dem angegebenen von 1,85 : 1 vermindert. Denn mit der Annahme einer stärkeren Extinction würde man dahin gelangen, relativ mehr Sterne in der Sphäre der lichtschwachen, als in derjenigen der helleren zu erhalten, also die nähere Umgebung des Sonnensystemes als verhältnissmässig sternarm betrachten zu müssen: eine Annahme, welche dem, was wir über die Anordnung des Milchstrassen-Systemes sonst wissen, schwerlich entsprechend sein würde.

§. 14.

Für die nähere Erkenntniss der Lichtverhältnisse bei *veränderlichen Sternen* liefern unsere Messungen zur Zeit nur wenig Ausbeute. Wir sind von der Ansicht ausgegangen, dass die Beobachtung solcher Sterne, wenn sie einigen Erfolg haben soll, zur Hauptsache gemacht werden

---

1) Ich finde indessen, dass die analoge Rechnung, für die Eintheilung unseres Raumes in 3 oder in 4 Halbkugeln angestellt, auf wesentlich andere Zahlen führt, so dass man sagen kann: es gibt keinen Werth von Mgr, welcher die verschiedenen in unseren Abzählungen zu Tage getretenen Ungleichmässigkeiten (die wesentlich in einerlei Sinn liegen) zugleich annähernd in's Niveau bringen würde. Daraus folgt, dass man das Phänomen des Vorherrschens der hellen Sterne bei unseren Abzählungen keinesfalls ganz durch die Annahme eines bloss optischen Grundes erklären kann.

muss: sie als solche zu behandeln, vertrug sich aber nicht mit unserem Plane. Daher haben wir die Observation von bekannter Weise veränderlichen Sternen im Ganzen eher vermieden als aufgesucht, doch werden diejenigen unter den nördlichen Sternen dieser Art, welche nach ihrer durchschnittlichen Helligkeit nicht unter der Grösse 3.4 liegen, sich wohl alle in unserem Verzeichnisse finden. Unter den von uns je Einmal beobachteten kommen vor α Cassiopejae, α Herculis, β Lyrae, λ Tauri, δ Orionis, ferner ε Aurigae, der, wenn ich mich einer mündlichen Mittheilung recht erinnere, ebenfalls als veränderlich betrachtet wird. Mehrmals beobachtet und dem Netze einverleibt sind α Orionis, Algol, β Pegasi, α Hydrae, β Ursae minoris (wenn dieser hieher zu rechnen ist). Das, was unsere Beobachtungen über diese Sterne aussagen können, ersieht man am besten aus der Zusammenstellung der über jeden angestellten Messungen, in dem §. 8 für die Sterne unseres Netzes gegebenen Conspect: die zugehörigen Data können zu den treffenden Beobachtungsnummern aus dem Tableau in §. 3 entnommen, und nöthigenfalls (in Ermangelung des zur Zeit nicht publicirten Journales) mittelst der dort angeführten Zenitdistanzen vervollständigt werden. Die acht Beobachtungen von Beteigeuze geben kaum ein deutliches Anzeichen von der Veränderlichkeit dieses Sternes; die beiden von α Hydrae passen gut zusammen; in den drei Messungen von β Pegasi spricht sich die Variabilität seines Lichtes entschieden aus; bei β Ursae minoris weicht eine Beobachtung (Nr. 296) ziemlich stark von den 3 übrigen ab, doch ist diess eine Vergleichung mit dem Polarstern, der selbst für verdächtig zu halten ist. Algol ist im Herbst 1860 öfters beobachtet worden, nachdem er schon Einmal im November 1844 genommen worden war: seine meisten Beobachtungen gehen gut zusammen, denselben steht aber gegenüber die Vergleichung Nr. 741 vom 10. November 1860 (7^h $28'$ M. Münchener Zeit), welche nahe auf sein Minimum getroffen haben muss, indem sie ihn 2,43 mal schwächer gibt, als der angenommene Mittelwerth. Leider hat an dem bezeichneten Tage die Witterung

nicht erlaubt, die Beobachtung des Sternes fortzusetzen, wie es meine Absicht war, indem bald nach der Beendigung jener Messung der Himmel sich überzog.

In der Abhandlung I, auf welche ich hier oft Bezug zu nehmen hatte, sind als wahrscheinlicher Weise veränderlich auch bezeichnet worden Rigel und der Polarstern[1]. Entscheidende Beweise für oder gegen diese Vermuthung liegen mir auch dermalen nicht vor. Bei jedem der beiden Sterne erkläre ich mir jetzt (wie schon früher angedeutet) eine der stärksten Abweichungen, die in den früheren Zahlen vorkamen, durch die Annahme einer bei der Beobachtung vorgefallenen Irrung, die auf Rechnung der geringen Uebung zu setzen sein würde, welche ich damals im Gebrauche des Photometers hatte. (Nr. 84 wahrscheinlich β Aurigae statt Capella mit Rigel, und Nr. 82 wahrscheinlich γ Cephei statt Polarstern mit Capella verglichen.) Für Rigel bleibt dann namentlich die unerklärte Differenz der Beobachtung Nr. 89 übrig: Nr. 42 hat keinen Werth für die Bestimmung des Sternes wegen dessen grosser Zenitdistanz von 83° 13′. Die sechs neuen Beobachtungen stimmen unter sich gut überein. Im Ganzen scheint mir dennoch die Wahrscheinlichkeit einer Veränderlichkeit überwiegend, namentlich wenn man ausser den Resultaten der Messungen auch Das berücksichtigt, was an der vorhin angeführten Stelle als Ergebniss der unmittelbaren Betrachtung erwähnt ist.

Auch bei dem Polarstern zeigen die neueren Messungen keine so auffallenden Unregelmässigkeiten, als in den alten mehrfach vorkommen: die letzteren liegen übrigens dichter beisammen, während die neueren meist grosse Zeitintervalle zwischen sich lassen. Uebrigens scheint mir auch die Harmonie der neueren unter sich keineswegs befriedigend, wenn man bedenkt, dass die Umstände der Vergleichungen gerade bei

---

1) a. a. O. §. 5.

dem Polarstern, nach seiner Stellung und seiner Helligkeit, in ausgezeichnetem Grade günstig sind, während dennoch bei vielen anderen Sternen wesentlich geringere Schwankungen in den Zahlen vorkommen[1]. Im Ganzen halte ich die Gründe, an die Veränderlichkeit zu glauben, bei α Ursae minoris dermalen für wesentlich stärker als bei β Orionis, doch wird auch hier die Frage noch für offen gelten müssen, bis der Stern zum Gegenstande consequenter Beobachtungen für längere Zeit gemacht worden ist.

Es ist klar, dass man dahin kommen könnte, alle Beobachtungsfehler überhaupt zu leugnen, oder doch dem Photometer, mit welchem man misst, jeden beliebigen Grad von Zuverlässigkeit beizulegen, sobald man nur eine hinlängliche Anzahl von Sternen für variabel erklären will. Daraus geht für den Beobachter die Pflicht hervor, mit solchen Voraussetzungen sehr vorsichtig zu sein und sie nur da zuzulassen, wo ziemlich grosse Abweichungen sich mehrfach und unter Umständen ergeben haben, unter welchen ihre Entstehung aus anderen Ursachen entschieden unwahrscheinlich sein würde. Im Ganzen hat die Erfahrung siebenzehnjähriger Messungen gelehrt, dass dergleichen Abweichungen sehr selten vorkommen: man kann als eines der allgemeinen Ergebnisse dieser Beobachtungen das Resultat ansehen, dass Helligkeitsschwankungen von einigermassen erheblichem Betrag bei Sternen nur ausnahmsweise vorkommen[2]. Denn ein wahrscheinlicher Fehler von höchstens 0,024 im Logarithmus, oder von $\frac{1}{18}$ des gemessenen Helligkeitsverhält-

1) Die ältere Beobachtung Nr. 9, welche nach der Zusammenstellung in Abhandl. I p. 66 wenig von mittlerem Resultate abwich, zeigt jetzt nach Berichtigung des schon weiter oben angezeigten Schreibfehlers (zu lesen 9,126 Procyon statt 9,224) ebenfalls einen starken Fehler.

2) Bekanntlich hat die Vergleichung der neuen Durchmusterungen des Himmels mit den älteren Sternverzeichnissen kürzlich von anderer Seite auf denselben Schluss geführt. (Anmerkung von 1862.)

nisses, hat schon wegen des Zwischentrittes der Atmosphäre bei Beobachtungen, welche keineswegs bloss in der Nähe des Zenits angestellt sind, durchaus nichts Auffallendes, und sein Betrag gibt (— ich könnte mich hierüber auf eine Stimme vom höchsten Gewichte berufen —) weit eher Anlass zu der Vermuthung, dass die Durchsichtigkeit der Luft in sternhellen Nächten merklich gleichmässiger ist, als bei Tage, als dass er zur Begründung des Verdachtes unerkannter Veränderlichkeit an den beobachteten Objecten dienen könnte. — Ich werde jedoch diejenigen Sterne, welche exceptionelle Unregelmässigkeiten darzubieten scheinen, nachstehend bezeichnen: mehr um sie der ferneren Aufmerksamkeit der Beobachter zu empfehlen, als um etwas Positives über sie zu behaupten. Wie die Sache augenblicklich steht, wird nämlich, wenigstens in vielen Fällen, die einfache Frage, ob ein bestimmter Stern variabel ist oder nicht, von einem geübten Beobachter mit blossem Auge schneller entschieden werden können, als von Demjenigen, welcher das Messinstrument gebraucht, weil der erstere in kurzer Zeit mehr Aufzeichnungen zusammenbringt, und weil die überwiegende Zahl in dem Falle, von welchem wir sprechen, durch die im Allgemeinen grössere Zuverlässigkeit der Messungen nicht ersetzt wird, indem man sich gerade bei vorkommenden Unregelmässigkeiten in den Messungen, so lange wenige derselben vorliegen, nicht leicht von dem Verdachte losmachen wird, dass sie nur durch zufällige Umstände entstellt sind.

1) *Aldebaran.* Der Werth, welchen ich im Mittel der verschiedenen Bestimmungen für diesen Stern dermalen erhalten habe, ist wesentlich kleiner als die früher für ihn gefundenen. Es rührt diess hauptsächlich daher, dass die Beobachtungen vom Februar 1858 bis Februar 1859 (deren Nummern zwischen 370 und 500 incl. fallen) ihn lichtschwächer ergeben haben, als die älteren. Dass dieser Unterschied von einer Aenderung in der Empfindlichkeit des Auges für rothes Licht herrühre, ist nicht wahrscheinlich, einestheils weil die Beobachtung Nr. 371, welche von meinem Gefährten allein gemacht ist, die Abnahme schon

ähnlich zeigt, wie die andern, welche von mir allein gemacht sind, — ferner, weil bei anderen rothen Sternen nichts Analoges bemerkt worden ist, am meisten aber, weil die letzten Beobachtungen, Nr. 627 und 632 vom Frühjahr 1860, Aldebaran wieder heller geben. Im Herbste 1860 ist er noch nicht gemessen worden: nach dem unmittelbaren Anblick halte ich ihn dermalen für ziemlich hell, und glaube kaum, dass ich ihn jetzt (wie in der Vergleichung Nr. 494 geschehen ist) schwächer als α Cygni finden könnte.

2) *α Coronae.* Wenn ich nicht irre, so ist dieser Stern schon früher von Herrn *Gussew* als wahrscheinlich veränderlich bezeichnet worden. Meine Vermuthung, dass er es ist, gründet sich nicht so sehr auf einzelne starke Abweichungen in seinen Beobachtungen, als vielmehr auf das verhältnissmässig häufige Vorkommen solcher Differenzen, die, ohne gerade gross zu sein, doch den wahrscheinlichen Fehler wesentlich überschreiten. Bestätigt sich die Veränderlichkeit, so wird sich wahrscheinlich ergeben, dass die Schwankungen keinen sehr bedeutenden Umfang haben.

3) *ε Pegasi.* Die Beobachtungen dieses Sternes kann man in drei Gruppen bringen: die Mehrzahl gibt ihm einen Helligkeitslogarithmus ungefähr gleich 8,82, dann kommen drei Beobachtungen vor, die auf den Werth 8,75 ungefähr führen, und zwei Vergleichungen mit α Pegasi, die ihn noch viel schwächer, 8,35 ungefähr, ergeben. Dass eine Verwechslung des Sternes mit einem andern bei den beiden letzten vorgekommen wäre, ist mir ganz unwahrscheinlich, da ich sowohl am Himmel als auf der Karte wiederholt vergeblich nach einem gesucht habe, der dazu hätte Veranlassung geben können. Ist eine Veränderlichkeit vorhanden, so ist die Wahrscheinlichkeit überwiegend, dass sie bei ε und nicht bei α zu suchen ist, weil unter den in die zweite Gruppe gerechneten Messungen (deren Abweichung von denen der ersten Gruppe doch auch schon ziemlich gross ist) auch eine Vergleichung mit Deneb sich findet (Nr. 602), während die Vergleichungen von α mit anderen

Sternen gut übereinstimmen. Uebrigens ist ε Pegasi ein röthlicher Stern, und bekanntlich ist von den Herren, die sich die Beobachtung variabler Sterne zur Aufgabe gemacht haben, bemerkt worden, dass die rothe Farbe bei denselben ganz überwiegend oft vorkommt.

4) *η Herculis?* Bei diesem Stern kommen zwei Beobachtungen (Nr. 310 und 587^b) vor, welche von den vier übrigen, die gut unter sich stimmen, nach entgegengesetzten Seiten stark abweichen. (Ich habe dieselben bei der Berechnung des Mittelwerthes nur desshalb nicht ausgeschlossen, weil sich ihre Fehler sehr nahe aufheben.) Die letztere von beiden hat allerdings wenig Werth, weil sie auf einer einzigen Einstellung auf jeder Seite des Bildes beruht, und andrerseits ist bei Nr. 310 Prof. Leonhard, von welchem diese Beobachtung herrührt, über die Identität des Sternes nicht ganz sicher gewesen, wie das von ihm im Journale dem Namen desselben beigefügte Fragezeichen beweist. Indessen habe ich keinen Stern finden können, welcher hier statt η hätte beobachtet werden können: der einzige, dessen Distanz von dem Vergleichungssterne α Coronae nahezu passt, ist ε Herculis; dieser ist aber allen Messungen nach schwächer, als η, während die Beobachtung Nr. 310 den Stern zu hell gibt. Man bemerkt übrigens, dass, in dem Falle von η Herculis besonders, die vorliegenden Beobachtungen, welche die Veränderlichkeit anzudeuten scheinen, noch ziemlich unzuverlässig sind.

§. 15.

Es sei erlaubt, noch einige allgemeine Wahrnehmungen zur Sprache zu bringen, welche sich im Laufe unserer Helligkeitsmessungen dargeboten haben.

Zunächst möchte ich constatiren, dass der Fall ausserordentlich selten vorkommt, in welchem eine anscheinend gelungene Beobachtung nachträglich, wegen schlechter Uebereinstimmung mit anderen, verworfen werden muss. Unter den ungefähr 380 *controlirten* Messungen,

welche in der gegenwärtigen Arbeit zum ersten Male publicirt werden, erscheinen nur 4 dermalen als unbrauchbar[1], nämlich die beiden Vergleichungen Nr. 310 und 587^b zwischen η Herculis und Gemma (von welchen übrigens 587^b auf nur 2 Einstellungen beruht) und die beiden Nr. 320 und 328 zwischen ε Pegasi und α. Offenbar macht der Umstand, dass diese vier exceptionellen Fälle auf nur zwei Paare von Sternen treffen, es sehr wahrscheinlich, dass auch hier noch ganz specielle Ursachen der Abweichung zu Grunde liegen. Meine ursprüngliche Erwartung, als ich vor 17 Jahren diese Art von Messungen zuerst in Angriff nahm, war keine andere, als dass man darauf gefasst sein müsse, starke Unregelmässigkeiten in Folge lokaler Trübungen am Himmel ziemlich oft auftreten zu sehen, — eine Ansicht, die ich auch in meiner ersten Veröffentlichung (im Sitzungs-Bulletin der hiesigen Akademie vom 14. März 1846) ausgesprochen habe. In diesem Punkte zeigen sich also die wirklichen Umstände den Beobachtungen über Verhoffen günstig; es scheint (wie ich schon im vorigen §. angedeutet habe), dass die Durchsichtigkeits-Verhältnisse der Luft bei Nacht viel geringeren Störungen unterworfen sind, als bei Tage, wo man ja sehr häufig schleierartige Trübungen von geringer Ausdehnung in Bewegung sieht.

Was die Anzahl der Nächte betrifft, die sich im Laufe eines Jahres für photometrische Beobachtungen brauchbar erweisen, so sind für uns, die wir nicht den Vortheil hatten, Wohnung und Observatorium beisammen zu haben, solche gewöhnlich verloren gegangen, in welchen der Himmel sich sehr spät aufklärte, oder nur während kürzerer Zeitintervalle frei war. Ausserdem kamen natürlich zufällige Verhinderungen

---

1) Die Fälle, wo eine absichtlich in sehr grosser Zenitdistanz gemachte Beobachtung für die Bestimmung eines Helligkeitsunterschiedes nicht benützt worden ist, gehören natürlich nicht hieher. Auch ist es unnöthig zu erörtern, warum unsere ersten 1852 veröffentlichten Messungen ein etwas ungünstigeres Verhältniss darbieten.

oder Abwesenheit vom Beobachtungsorte, namentlich im Herbste, mehrfach vor, doch haben wir im Ganzen in vier aufeinander folgenden Jahren so oft als möglich beobachtet, und hiebei 1857 38 Nächte, 1858 39, 1859 33 und 1860 32 für die Messungen brauchbar gefunden. Dass in denselben die Umstände durchaus nicht immer ganz befriedigend waren, ist aus den häufigen Anmerkungen im Journal wegen etwas verdächtiger Anzeigen zu ersehen: indessen zeigt sich doch, dass man nicht allzu scrupulös zu sein braucht, um verwerthbare Resultate zu erlangen.

Sehr oft war das Licht der beobachteten Sterne unruhig in Folge des Funkelns oder (wie ich es im Journal gewöhnlich genannt habe, wo von den Lichtphantomen im Photometer die Rede ist) des Flammens derselben. An den Lichtflächen, die man bei der Messung mit dem Steinheil'schen Instrumente betrachtet, zeigt sich diese Erscheinung so, als ob ein schneller fliegender Schatten mit einer Art von zuckender Bewegung darüber hinliefe. Es scheint, dass der flammende Stern dabei abwechselnd zu hell und zu dunkel gegen seinen normalen Stand gesehen wird: wenigstens haben wir in solchem Falle immer gesucht auf einen mittleren Zustand einzustellen, und die so erhaltenen Ablesungen fielen auf beide Seiten derjenigen, welche in ruhigeren Pausen gewonnen wurden. Ich habe eine kleine Untersuchung darüber angestellt, ob unsere Messungen ein Indicium dafür geben, dass ein Stern, wenn er stark funkelt, im Allgemeinen eher für heller oder eher für dunkler geschätzt wird, als wenn sein Licht ruhig ist. Das Material für diese Untersuchung ist dürftig, weil dazu nur solche Beobachtungen dienen können, bei welchen der Eine Stern (und zwar ein solcher, der sonst unter günstigen Umständen gemessen worden ist) sehr viel unruhiger war, als der andere: — ein Fall, der natürlich so viel als möglich vermieden wurde. Die Beobachtungen, welche ich bei der Durchsicht des Journales passend fand, waren die nachfolgenden, bei deren Aufführung ich immer den Namen des vorzugsweise flammenden Sternes

beifüge: Nr. 159 Capella; 194 Spica; 279 Spica; 352 Wega; 406 Spica; 437 Arctur; 452 Capella; 611 Attair; 616 Wega; 632 Aldebaran; 653 Capella; 661 Regulus; 718 α Andromedae; 720 α Persei; 736 Capella; 740 Capella. Da alle diese Sterne dem Netze angehören, so ersieht man aus der Zusammenstellung (in §. 8) der verschiedenen Messungen eines jeden von ihnen ohne Weiteres, ob er bei der betreffenden Vergleichung heller oder schwächer gefunden worden ist, als im Mittel aller seiner Beobachtungen: es ergibt sich, dass unter den 16 Fällen 7 mal der flammende Stern entschieden heller und 4 mal entschieden schwächer gefunden wurde, als sonst: in drei Fällen ist eine geringe Differenz im ersten, in einem eine geringe im letzten Sinne vorhanden, und ein Fall ist indifferent. Bei unserer Art der Messung und von uns *wird also der stark unruhige Stern eher etwas begünstigt;* doch tritt diess Verhalten noch nicht sehr entschieden heraus. — Das Funkeln macht die Beobachtung namentlich dadurch unsicher, dass es einer gewissen subjectiven Willkür in der Schätzung des mittleren Zustandes mehr Raum verleiht; übrigens habe ich mehrmals gefunden, dass es im Photometer an der Lichtscheibe wenig wahrnehmbar war, obgleich der Stern, direct betrachtet, sich ziemlich unruhig zeigte. — Dass das Flammen ganz wesentlich mit dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft zusammenhängt, halte ich nach unseren Wahrnehmungen für gewiss. Es zeigt sich namentlich oft stark, wenn feine Wolkenschleier sich spät gelöst haben; und wenn nach mehreren Nächten, wo die Sterne ruhig waren, das Funkeln merklich wird, findet sich oft Tags darauf der bisher klare Himmel bezogen.

Was das Instrument betrifft, mit welchem unsere Beobachtungen gemacht sind, den Steinheil'schen Objectiv-Photometer, so ist bei mir die Ueberzeugung von dem hohen Werthe desselben um so fester geworden, je länger ich Gelegenheit hatte, die Resultate, welche es liefert, an fortgesetzten Beobachtungen zu prüfen. Der einzige mir bekannt gewordene Tadel, den man mit einigem Grunde erheben kann, ist von

dem Erfinder selbst schon in seiner Preisschrift, und seitdem wieder gelegentlich seines Vorschlags eines auf neuem Principe beruhenden Instrumentes ausgesprochen worden: er besteht darin, dass der Photometer nicht alle Lichteindrücke noch zu messen erlaubt, die in seinem Fernrohr noch wahrnehmbar werden. Indessen ist der Umfang Dessen, was man wirklich schon mit unserem kleinen Exemplare messend erreichen kann, doch ein sehr weiter. Die Helligkeit des Sirius hat zum Logarithmus, Wega als Einheit gesetzt, 0,63: die der letzten von uns gemessenen Sterne (der Grösse 5,6 von Argelander angehörig) ungefähr 7,63: sie verhält sich also zu jener wie Eins zu Tausend. Rechnet man noch Venus hinzu, der im mittleren grössten Glanz der Logarithmus 1,6 entspricht, so ergibt sich, dass die extremen mit dem Instrumente bis jetzt gemessenen Helligkeiten im Verhältnisse von 1 : 10000 stehen. Diess ist erlangt vermittelst eines Fernrohres, dessen freie Oeffnung für beide Objectivhälften zusammen der Fläche nach nur gleich gilt derjenigen eines Kreises von 7,7 Pariser Linien Durchmesser[1]. Diese optischen Hilfsmittel sind gewiss sehr bescheiden, und man braucht keine colossalen Refractoren zu verlangen, um ein ungemein weites Feld im Gebiete der Astronomie mit Zahl und Maass auch von dieser Seite her beschreiten zu können. Selbst für unser kleines Instrument bietet der Himmel noch auf lange genug des zugänglichen Materiales.

---

1) Das Objectiv ist ursprünglich ein solches von ungefähr 15 Linien Oeffnung, aber durch die davor aufgestellten rechtwinkligen Diaphragmen („Quadratschuber") ist es, selbst wenn dieselben ganz geöffnet sind, in dem angegebenen bedeutenden Verhältniss reducirt. Vermuthlich wurde die freie Oeffnung bei der Anfertigung des Instrumentes desshalb so klein gewählt, damit die von den Sternen erhaltenen Lichtflächen auch dann, wenn sie möglichst gross sind, keinen zu grossen Theil des ganzen Gesichtsfeldes einnehmen. Eine Veränderung wäre indess leicht anzubringen, und sie würde (vielleicht mit einer Verstärkung der Vergrösserung verbunden) wahrscheinlich erlauben, noch schwächere Sterne zu beobachten, als von uns gemessen werden konnten.

Für die Beurtheilung des Werthes eines Messinstruments ist die Frage nach dem Umfang seiner Anwendbarkeit bei weitem nicht von so entscheidender Bedeutung, als die andere Frage, ob innerhalb des Gebietes, auf welchem es Verwendung finden kann und soll, die Einwirkung von Einflüssen, welche die Beobachtung entstellen könnten, möglichst vollständig ausgeschlossen ist. In dieser Beziehung ist für die Helligkeitsmessungen vor Allem Werth zu legen auf die vollständige Elimination des Einflusses verschiedener Helligkeit des Grundes, auf welchem der Stern gesehen wird, und zwar mit um so mehr Ursache, da Herschel (in dem Werke über seine Beobachtungen am Cap, p. 368) gezeigt hat, dass Aenderungen dieser Helligkeit unter Umständen auf das Urtheil einen Einfluss ausüben, der so gross ist, als ob die Helligkeit des Sternes selbst sich im *quadratischen* Verhältniss verändert hätte. Die Elimination dieser Fehlerquelle bei dem Steinheil'schen Instrumente ist vollkommen, denn da jede der beiden Objectivhälften dem *ganzen* Gesichtsfelde Licht vom Himmel zusendet (gerade so wie es beim Heliometer der Fall ist), so vermischt sich das Licht eines jeden Sternes bei seiner Ausbreitung über unsere dreieckige Phantomfläche nicht bloss mit dem Lichte des Grundes, auf welchem er selbst steht, sondern auch mit demjenigen des Grundes vom andern Stern: beobachtet man daher die gleiche Helligkeit der beiden Phantome, so ergibt sich (durch Subtraction der *gleichen* in beiden enthaltenen Quantität an Licht, welches als Summe aus den beiden Grundhelligkeiten resultirt), dass dieselben auch gleich hell erschienen sein würden, wenn der Grund absolut schwarz gewesen wäre.

Im Verlaufe der Beobachtungen bin ich noch auf einen Einfluss aufmerksam geworden, der sich in den einzelnen Einstellungen zuweilen ziemlich stark geltend macht, der aber im Endresultate bei unserer Art zu beobachten ebenfalls eliminirt wird. Es war mir schon früher öfters aufgefallen, dass in einzelnen Fällen (unter Andern häufig bei den Vergleichungen von Sternen mit sich selbst) das Ergebniss der „über dem

Bilde“ gemachten Beobachtungen, wenn man diese für sich reducirte, ziemlich stark von dem ähnlichen Resultate der Beobachtungen „unter dem Bilde“ abwich, während das nach unserer gewöhnlichen Berechnungsweise aus den *ganzen* Verschiebungen der Objectivhälften (von der einen Seite des Bildes bis zur Stellung auf der andern Seite) gezogene Resultat sich gleichwohl als ein gutes zeigte. Diese Wahrnehmung wurde nur desto auffallender, weil sich sehr oft bei einer anderen unmittelbar darauf angestellten Beobachtung keine Spur eines solchen Unterschiedes der Einstellungen auf beiden Seiten erkennen liess. Ihre Ursache habe ich zuerst bei den Beobachtungen vom 12. September 1858 erkannt: sie besteht darin, dass das rechte Auge zwei Lichtflächen, welche nahe in der Mitte seines Gesichtsfeldes und ungefähr symmetrisch gegen dieselbe stehen, dann für gleich hell schätzt, wenn in Wirklichkeit die rechts erscheinende etwas weniger hell erleuchtet ist, als die links stehende. Mit andern Worten: die Theile der Retina, welche von der Mitte aus nach der Seite der Nase zu liegen (und auf welche für das rechte Auge das von rechts kommende Licht gelangt), sind empfindlicher für Lichteindrücke, als die nach aussen hin liegenden Partieen. Unser Photometer bietet ein bequemes Mittel, nicht nur, den Unterschied nachzuweisen, sondern auch, wenn man will, ihn durch Messung zu bestimmen. Denn mittelst einer Micrometerbewegung am Distanzkreis, auf welchem das äussere Prisma (B) sitzt, oder einer kleinen Drehung um die nach dem ersten Stern gerichtete Axe, oder nach Umständen durch beide Bewegungen zusammen, kann man, nachdem auf gleiche Helligkeit beider Lichtflächen eingestellt worden ist, diejenige, welche zuerst rechts stand, auf die linke Seite führen, wobei man sofort bemerkt, dass das Urtheil sich jetzt ändert. Nachdem ich diesen Einfluss einmal erkannt hatte, habe ich ihn sehr oft constatirt; er spricht sich natürlich nur in solchen Vergleichungen deutlich aus, bei welchen die Verbindungslinie der Mitten der beiden Lichtflächen annähernd parallel ist mit der Verbindungslinie der beiden Augen. Es ist Grund vorhanden, zu glauben,

dass die Erscheinung bei anderen Beobachtern in demselben Sinne sich geltend machen wird, wie bei uns, da sie eine sehr plausible Erklärung, nach den Mittheilungen meiner hierin sachkundigen Freunde, in der Anordnung des Gefüges der Netzhaut findet. Bei dem Steinheil'schen Instrumente wird jeder aus solchen Ursachen entspringende Fehler von selbst eliminirt, wenn man, wie wir immer gethan haben, über und unter dem Bilde beobachtet, und dabei die Lichtflächen immer in analoger Stellung hält, z. B. (wie unsere Regel war) immer so, dass die Hypotenusen der sie begrenzenden rechtwinkligen Dreiecke einander zugewendet sind. Nach dieser Disposition tauschen beim Uebergang von der einen Seite des Bildes zur anderen die Lichtflächen ihre Stellung im Gesichtsfelde. Irgend eine Anordnung für den gleichen Zweck muss man bei jedem Instrumente treffen können, welches für photometrische Messungen am Himmel Dienste leisten soll. — Da unsere Beobachtungsresultate, wie sie in §. 3 zusammengestellt sind, von dem besprochenen Einflusse nichts mehr enthalten, so will ich unter vielen Beispielen, die man aus den Originalaufzeichnungen des Journales ziehen könnte, Eines hier anführen. Es ist die Vergleichung von Capella mit sich selbst, welche zur Bestimmung des Durchsichtigkeitsverhältnisses der zwei Gläsersysteme 1860 November 10 gemacht wurde. Im Mittel aus 6 Einstellungen über und aus 5 solchen unter dem Bilde waren die Ablesungen der Objectivschlitten:

	System A	System B
Ueber dem Bild	27,11	23,25
Unter dem Bild	100,62	98,57
Bild	64,0	63,5

In der ersteren Lage stand Phantom B, in der zweiten A zur Rechten, etwas nach unten, im Gesichtsfeld[1], und jedesmal das andere von

1) Diess scheint für mein rechtes Auge die am meisten begünstigte Stellung. Das obige Beispiel ist übrigens Eines der auffallendsten.

beiden links gegen oben. Der Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate der beiderseitigen Verschiebungen, vom Bilde aus bis in die erste Lage, würde sein 9,9254, für die zweite 0,0372, so dass nach den erstern System B, nach den letztern System A als das durchsichtigere erscheinen würde. Der wirklich anzunehmende Werth (sehr nahe übereinstimmend mit dem Mittel dieser beiden Bestimmungen) wird gefunden, wenn man, ohne die Bildablesung zu benützen, das Verhältniss der Quadrate der *ganzen* Verschiebungen (73,51 und 75,32) bildet; sein Logarithmus ist 9,9789, sowie er p. 17 aufgeführt ist, und er passt sehr gut in die Reihe der benachbarten Bestimmungen dieser Art, von welchen jeder der zwei einseitig erhaltenen Werthe stark abweichen würde.

Die Beobachtung der Sterne *ausser dem Bilde,* wie sie als Princip dem von uns benützten Photometer zu Grunde liegt, scheint mir für Objecte, welche hinlänglich lichtstark sind, den wesentlichen Vortheil darzubieten, dass sie die Unterschiede der Helligkeiten sensibler macht. Ich habe sehr oft die Wahrnehmung gemacht, wenn zwei einander nahe Sterne zugleich im Gesichtsfelde erschienen, dass man einen Augenblick zweifelhaft sein konnte, welcher von beiden der hellere sei, wenn die sie zeigende Objectivhälfte in solcher Stellung sich befand, dass beide als Lichtpunkte erschienen, während eine kleine Verschiebung derselben sofort einen sehr entschiedenen Unterschied ergab. Ganz analog hiermit ist eine Erfahrung, die ich bei directer Betrachtung des Himmels beständig machen kann: wenn ich nämlich wegen meines stark kurzsichtigen Auges dabei eine Brille gebrauche, so treten mir die hellen Sterne bei weitem nicht so dominirend vor den andern heraus als sie dem blossen Auge erscheinen, so dass mir im erstern Falle die Sternbilder nicht so entschieden charakterisirt sind, und ich desshalb für die rasche Orientirung das Glas weglasse, wodurch ich ziemlich ausgebreitete Lichtscheiben auf der Retina erhalte.

Dass die Sternphantome im Photometer geradlinig begrenzt sind, ist

ebenfalls ein sehr wesentlicher Vortheil, weil man auf diese Art in Stand gesetzt wird, sie unmittelbar an einander zu legen. Ungeachtet der nicht seltenen Unruhe der Sterne und ungeachtet der vorkommenden Farbunterschiede gelingt es sehr oft, aus beiden Flächen Eine Lichtfigur zu bilden von sehr homogenem Aussehen. Die helleren Lichtlinien, welche in Folge der Beugung die Dreiecke nahe an ihrem Rande einfassen, verhindern allerdings das Zustandekommen einer vollständigen Continuität in der Erscheinung; dennoch urtheilt man mit grosser Sicherheit darüber, wann der Grund, auf welchem sie hervortreten, beiderseits gleich hell ist. Ueberhaupt stören diese Linien unter den gewöhnlichen Umständen die Beobachtung sehr wenig: da ihre Breite sehr gering und ihre Helligkeit noch nicht die doppelte des Grundes ist, auf welchem sie stehen, so sind sie sogar nicht selten kaum zu bemerken. — Im Allgemeinen habe ich es für die Beurtheilung der Erleuchtung der beiden rechtwinkligen Dreiecke am Vortheilhaftesten gefunden, dieselben während der Beobachtung mittelst der kleinen Bewegungen, die das Instrument zulässt, bald mit den Hypotenusen an einander zu legen und bald ein wenig von einander zu entfernen. Wenn eine grosse Lichtfläche mit einer kleinen zu vergleichen ist, so lege ich die letztere gern mit ihrer Hypotenuse so an die der anderen, dass am Einen Ende die Winkelspitzen zusammentreffen, indem ich finde, dass man alsdann über die Gleichmässigkeit in der Erleuchtung des Raumes, der aus dem kleinen Dreiecke nebst dem anliegenden Stücke des grossen gebildet wird, sehr sicher urtheilt. Man hat es bekanntlich bei unserem Instrumente in der Gewalt, die ungleiche Grösse der Dreiecke zu vermeiden, indem man die Dimensionen des grösseren durch Anwendung des „Quadratschubers“ reducirt. Doch hat die Grösse der ganzen Lichtfigur das Angenehme, dass sie, namentlich bei schwachem Lichte, das Auge schneller in Thätigkeit setzt, und desshalb ist auch bei der Vergleichung von Sternen stark verschiedener Helligkeit oft ein Theil der Einstellungen (in solchem Falle gewöhnlich die Hälfte derselben) mit voller Oeffnung der Objectiv-

hälfte, die den helleren zeigte, gemacht worden. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass ein noch ungeübter Beobachter geneigt sein kann, sich durch die Grösse des einen Dreiecks neben dem anderen bestechen zu lassen, und beide dann für gleich stark erleuchtet zu halten, wenn in Wirklichkeit das grössere schon etwas matteres Licht hat; die Erfahrung hat aber bei unseren Beobachtungen gezeigt, dass ein solcher Irrthum keineswegs mehr zu fürchten ist, wenn erst das Bewusstsein, dass man nur auf die Intensität des Lichtes zu achten hat, befestigt ist. Denn unsere Einstellungen haben einen Einfluss dieser Art auch dann nicht erkennen lassen, als wir, um ihn möglichst sensibel zu machen, das Dreieck des helleren Sterns bei einzelnen Beobachtungen kleiner machten als dasjenige des schwächeren.

Zwischen den Beobachtungen meines Freundes Leonhard und den meinigen hat sich in keiner Weise eine Differenz auffinden lassen, die auf irgend eine personelle Verschiedenheit in der Beurtheilung der Helligkeiten hindeuten würde; nicht einmal in den Vergleichungen von stark röthlichen Sternen mit solchen von reinerem Weiss. Eben so wenig haben die Einstellungen etwas der Art verrathen, welche von anderen Herren, natürlich in viel geringerer Anzahl und nicht gerade an auffallend gefärbten Sternen, gelegentlich gemacht worden sind. Dahin gehören, ausser einigen Messungen von Ministerialrath *Steinheil,* die unter meinen frühesten Beobachtungen vorkommen, verschiedene zu den Beobachtungen Nr. 172 (Jupiter und Arcturus) und 173 gehörige Einstellungen meines Collegen *E. Harless,* die zwar unter sich stärker differiren, aber im Mittel mit den meinigen sehr gut übereinstimmen, — ferner ein Paar von Herrn Professor *Schwerd* aus Speier und dessen Herrn Sohn im Herbst 1858 gemachte Proben, die zwar, wegen des sich bedeckenden Himmels, nicht wiederholt werden konnten, aber mit den gleichzeitig von Leonhard und mir gemachten Einstellungen so gut als identisch ausfielen. Am 10. September desselben Jahres hat Herr Observator *Gussew* aus Wilna an der Bestimmung des Durchsichtigkeits-

verhältnisses der Gläser und an der Vergleichung von Deneb mit γ Cassiopejae mit demselben Erfolge gütigen Antheil genommen; seitdem hat noch im Frühjahre 1861 Herr Dr. *G. Recknagel* dahier sich an mehreren Messungen betheiligt, und ebenfalls Resultate erhalten, deren Abweichung von meinen gleichzeitigen wesentlich kleiner ist, als die Unsicherheit jedes einzelnen Beobachters.

Die Anzahl der Einstellungen, welche ein Beobachter, der selbst auch die Ablesungen besorgen muss, an einem Abende nach einander im Durchschnitt wohl machen kann, ist ungefähr auf 50 zu setzen. Diese Schranke wird nicht durch die Zeit gesteckt, sondern durch die zuletzt eintretende Ermüdung des Auges, die gegen das Ende unserer Beobachtungen zuweilen ziemlich rasch zunahm und in solchem Falle sich auch durch schlechtere Harmonie in den letzten Einstellungen geltend machte. In den Jahren 1859 und 1860, während ich allein beobachtete, betrachtete ich die Anzahl von 5 vollständigen Beobachtungen (jede aus 8 Einstellungen bestehend) nebst der dazu gehörigen Bestimmung des Durchsichtigkeitsverhältnisses der beiden Gläsersysteme (meist aus 10 oder 12 Einstellungen bestehend) als das normale Pensum für einen Abend. Wer nicht genöthigt wäre, zwischen den Messungen das Auge, bei den Ablesungen etc., dem Lichte auszusetzen, würde wahrscheinlich die Zahl, ohne grössere Anstrengung des Auges, erheblich steigern können. Uebrigens ergibt sich aus der oben gegebenen Untersuchung über die wahrscheinliche Grösse des von Unsicherheit der Einstellungen herrührenden Fehlers, dass es vortheilhafter gewesen sein würde, anstatt 8 nur 6 Einstellungen zu einer Beobachtung zu verbinden, und dafür die Anzahl der vollständigen Beobachtungen (etwa von 5 auf 7) zu erhöhen; denn im Quadrate des *ganzen* wahrscheinlichen Fehlers einer Beobachtung bildet (auch wenn man ihn nur zu 0,020 annimmt) das Quadrat des wahrscheinlichen aus der Einstellung herrührenden Fehlers (welcher gefunden wurde 0,011) einen so kleinen Bestandtheil, dass seine aus der vorgeschlagenen Verminderung der Anzahl

der Einstellungen zu erwartende Vergrösserung von wenig Belang sein würde. Allerdings hat eine *gerade* Anzahl von Einstellungen auf jeder Seite des Bildes vor einer ungeraden sonst manche Vortheile, um derentwillen ich sie so lange beibehalten habe; für die Zukunft wird aber doch, namentlich in regelmässig fortgesetzten längeren Beobachtungsreihen, der Gewinn an Zeit bei der Verminderung dieser Anzahl für überwiegend zu halten sein.

§. 16.

Da die Bestimmtheit in dem Urtheile des Auges über gleiche Helligkeit der ihm vorliegenden von ausgebreitetem Sternlicht erzeugten Flächen wesentlich weiter geht, als die Zuverlässigkeit der Beobachtungsresultate für jetzt reicht, so sind nicht von ihrer Schärfung die nächsten Verbesserungen der erlangten Zahlen zu erwarten, sondern von einer Art der Berechnung, welche genauer als die bisher angewendete dem wirklichen Sachverhalt bei den Beobachtungen entspricht, und die also Umstände mit in Betracht zieht, welche bei der dermalen benützten Theorie vernachlässigt sind, und in Form störender Einflüsse die Quellen der bisher als zufällig behandelten Fehler abgeben. Es ist gegenwärtig allgemein anerkannt, dass es unmöglich ist, auch nur für das allereinfachste Messinstrument eine mathematische Theorie aufzustellen, welche den wirklich bei der Beobachtung sich abwickelnden und auf dieselbe einwirkenden Umständen in der Strenge entspräche: die stufenweise und, so zu sagen, asymptotische Annäherung an eine solche vollkommene Theorie muss in dem Maasse weiter getrieben werden, in welchem die Grenzen der allgemeinen Unsicherheit bei der Beobachtung sich verengen, und Einwirkungen heraustreten lassen, welche zuvor von ihnen verdeckt waren. Die photometrischen Messungen scheinen dem Stadium nahe gebracht zu sein, in welchem es der Mühe lohnen wird, die bei ihrer Berechnung seither angewendete Theorie weiter auszubilden. Ich habe daher ein paar kleine Untersuchungen angestellt, um mich vorläufig

darüber zu orientiren, welches etwa diejenigen Einflüsse wären, welche bei den Beobachtungen durch irgend eine Art von Gesetzmässigkeit in den Differenzen der einzelnen Resultate zunächst hervorträten: mit der Absicht, soferne dieselben nicht etwa der Art wären, dass man sie künftig bei den Beobachtungen ausschliessen könnte, auf Mittel zu denken, um sie bei späteren Arbeiten in der Rechnung zu berücksichtigen. Es sei erlaubt, am Schlusse dieser Abhandlung über das Ergebniss kurze Andeutung zu geben.

Am nächsten liegend schien mir die Erwartung, dass in der Berechnung der Extinction des Lichtes durch Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse wesentlich mehr geleistet werden könne, als das, was unsere Tafel bietet. Da dieselbe nur die Abhängigkeit von der Zenitdistanz berücksichtigt, so betrachtet sie von den beiden Factoren, deren Produkt nach der Theorie (z. B. von Lambert oder von Laplace, s. über dieselbe Abh. I) unsere logarithmischen Grössen φz bildet, nur den Einen (der eine Function der Zenitdistanz ist) als variabel: für den anderen Factor, der von der specifischen Durchsichtigkeit der Luft abhängt, wird also eine Art von mittlerem Werth zu Grunde gelegt, während er in Wirklichkeit je nach den meteorologischen Umständen veränderlich ist. Nach Laplace [1] ist er unter Anderm dem Barometerstand proportional: es war daher indicirt, zu untersuchen, ob diese Abhängigkeit sich in den Beobachtungen geltend machen würde. Soferne sie nicht durch andere Umstände verdeckt wird, muss sie sich in der Weise aussprechen, dass die bei mehr als mittlerem Barometerstand angestellten Beobachtungen überwiegend solche Fehler zeigen, welche auf eine vorzunehmende Verstärkung der Extinctionsgrössen hindeuten, also positive Fehler nach der Art wie die Zeichen hier von uns genommen sind; während ein unter dem Mittel liegender Barometerstand die Entstehung von negativen Abweichungen begünstigen muss.

---

1) Vergleiche Abh. I §. 6.

Für die Untersuchung, ob etwas der Art sich erkennen lässt, habe ich die alten in meiner Abhandlung I behandelten Vergleichungen der Sterne erster Grösse benützt[1]: die zu den Daten derselben gehörigen Barometerstände hatte ich nach den Aufzeichnungen der k. Sternwarte mitgetheilt erhalten. In der folgenden Zusammenstellung sind sie neben die Nummern der betreffenden Beobachtungen gesetzt:

	Barom. (Pariser Linien.)
Nr. 3	314,1
13	21,0
15	20,1
20	18,5
21	18,3
25	16,3
28	17,7
29	21,2
32	11,8
34	8,9
35	17,7
36	17,7
37	19,1
38	21,7
39	20,2
40	20,2
41	17,6
43	17,6

---

1) Die dort gegebenen Polarstern-Beobachtungen wurden wegen ihrer wesentlich schlechteren Uebereinstimmung nicht beigezogen.

	Barom. (Linien.)
Nr. 44	316,6
45	16,6
46	16,6
47	17,3
48	17,3
49	17,3
50	20,1
51	19,1
52	18,2
53	18,2
54	17,0
56	20,1
57	20,1
59	18,6
60	19,3
64	18,9
69	18,2
70	18,2
71	18,2
73	20,1
74	19,2
75	19,2
78	19,1
79	19,1
80	19,1
83	19,1
87	18,5

	Barom. (Linien.)
Nr. 90	316,0
91	16,0
92	16,0
93	18,4
94	18,4
95	19,6
96	19,6
97	19,6
98	20,0
99	20,0
100	20,0
101	20,0
102	17,4
103	18,8
104	18,8
105	17,7
106	17,7
107	17,7

Hieraus findet sich für die Beobachtungen, welche ursprünglich zur Bildung der Extinctionstafel gedient haben, der mittlere Barometerstand = 318,27 Par. Linien. Je nachdem nun bei jeder einzelnen der entsprechenden Nummern der Barometerstand über oder unter dem mittleren sich befand, und also aus *dieser* Ursache ein positiver oder negativer Fehler zu erwarten gewesen wäre, habe ich, zur Vergleichung mit dem wirklich stattfindenden Vorzeichen des Fehlers, in dem definitiven Tableau (p. 119 ff.) hinter der Fehlergrösse selbst das Zeichen + oder — beigefügt. Die Abzählung ergibt, dass dieses nachgesetzte Zeichen mit

dem vorgesetzten übereinstimmt in ***29*** Fällen, ihm aber entgegengesetzt ist in ***33*** Fällen, während *Einer* unentschieden bleibt. Die Einwirkung des Barometerstandes auf die Extinction ist also in diesen Beobachtungen nicht zu erkennen: sie ist vollständig verdeckt durch andere Fehlerursachen.

Eine andere Vermuthung, die ich im Voraus für ziemlich plausibel hielt, war die, dass der Feuchtigkeitsgrad der Luft sich von Einfluss zeigen werde, dass nämlich in hellen, aber sehr feuchten Nächten, in welchen der Himmel oft ausnehmend glanzvoll erscheint, eine durchschnittlich geringere Extinction sich finden würde, als in anderen. Psychrometer-Beobachtungen lagen mir nicht vor, wohl aber hatte ich, von der eben ausgesprochenen Ansicht geleitet, es häufig im Journale angemerkt, wenn das Wetter sehr feucht war, oder wenn mir ungewöhnlich viele schwache Sterne am Himmel sichtbar schienen. Die Beobachtungen, welche zu den betreffenden Nächten gehören, sind in dem *ersten* (provisorischen) Fehlertableau (p. 56 ff.) mit Asterisken bezeichnet: ich habe hier desshalb nicht die Zusammenstellung der definitiv sich ergebenden Fehler, wie bei der ersten Untersuchung, benützt, weil in ihr die Planetenbeobachtungen fehlen, bei welchen gerade ziemlich oft die betreffende Notiz Giltigkeit hat[1]. Nur für die Beobachtungen von Nr. 700 an (die in der ersten Zusammenstellung noch nicht aufgenommen sind) wurde die zweite gebraucht. Es fanden sich bei einer desshalb angestellten Durchsicht des Journals 63 Beobachtungen für unsere Untersuchung vor: bei der Abzählung zeigten 34 unter denselben positive Fehler, 29 dagegen negative. Sonach ist auch der Einfluss der Feuchtigkeit der Luft, gerade in solchen Nächten, in welchen ich ihn a priori vermuthete, in unseren Messungen nicht zu erkennen.

---

1) Es ist übrigens constatirt worden, dass die Vorzeichen der Fehler für die hier in Frage kommenden Beobachtungen, soweit dieselben in beiden Tableaux vorkommen, auch in beiden übereinstimmend sind.

In den Zusammenstellungen der Fehler, welche in der Abhandl. I für die damals vorliegenden Beobachtungen p. 39 und (definitiv) p. 49 gegeben worden sind, schien sich, wie dort erwähnt ist, ein zeitweiliges Vorherrschen der Fehler des einen oder des andern Zeichens geltend zu machen, welches als eine Andeutung angesehen werden konnte, dass in der Durchsichtigkeit der Luft Schwankungen von längeren Perioden vorhanden seien. Es war desshalb angezeigt, zu untersuchen, ob bei dem viel umfangreicheren Material, in dessen Besitze wir jetzt sind, etwas der Art zu erkennen wäre. Wenn durch Zeitintervalle von einer Dauer, auf welche durchschnittlich mehrere Messungen treffen, Ursachen thätig bleiben, die in irgend einer unbekannten Weise auf Verstärkung oder auf Verminderung der Extinction hinwirken, so ist es wahrscheinlicher, dass nach einem Beobachtungsfehler von bestimmtem Vorzeichen ein anderer von demselben Vorzeichen folgt, als dass sich einer des entgegengesetzten Zeichens einstelle[1]: solche Ursachen müssen also, soferne sie einen erheblichen Einfluss ausüben, stets dahin wirken, in dem Fehlertableau die Aufeinanderfolge gleicher Zeichen zu begünstigen und den Wechsel im Zeichen seltener zu machen; während, wenn sie eine untergeordnete Rolle spielen, bei einer grossen Anzahl von Beobachtungen nahe gleich viel Folgen und Wechsel der Zeichen zu erwarten sind. Die Abzählung wurde auch hier an demjenigen Tableau vorgenommen, das die Planetenbeobachtungen mit enthält, — natürlich mit Ausschluss des Nachtrags zu diesem Tableau, weil die in demselben aufgenommenen Beobachtungen zum Theil der Zeit nach weit

---

1) Mathematisch stellt sich dieses Raisonnement so dar: Ist, innerhalb eines gewissen Zeitabschnitts, p die Wahrscheinlichkeit für einen positiven, q für einen negativen Fehler, so wird die Wahrscheinlichkeit einer Zeichenfolge zwischen zwei Fehlern $pp + qq$, die eines Zeichenwechsels $2\,pq$; die erste Grösse ist aber immer grösser, als die zweite, wenn p von q verschieden ist.

aus einander liegen; es haben sich dabei ergeben auf 494 Beobachtungen

239 Zeichenfolgen,
247 Zeichenwechsel[1].

Wir haben also auch hier ein negatives Resultat: es ist durchaus nicht wahrzunehmen, dass periodisch die wirklich stattfindende Extinction sich von den mittleren Zuständen, auf welche die Tafel Bezug hat, nach der einen oder der andern Seite hin für einige Dauer entfernte[2]. Nach dieser Untersuchung, welche die verschiedenen gesetzmässig wirkenden Einflüsse zugleich umfasst, ist für jetzt keine Aussicht gegeben, die Messungsresultate durch Benützung der Ablesungen irgend eines meteorologischen Instrumentes bei der Reduction wesentlich zu verbessern: man muss annehmen, dass die *unregelmässigen* Ungleichheiten der Durchsichtigkeit, welche selbst innerhalb eines Abends nach verschiedenen Richtungen verschiedene Wirkung äussern, ein bedeutendes Uebergewicht behaupten. Auch andere Wahrnehmungen haben mich zu der Vorstellung geführt, dass in den einzelnen Nächten die Extinction keine so gleichmässig fortschreitende Function der Zenitdistanz vorstellt, wie ihr Bild in unserer Tafel: dass sie vielmehr in Folge ungleichmässiger Vertheilung der nicht im Gleichgewicht befindlichen Massen in der Atmosphäre streckenweise sich mehr constant zeigt, und sich dafür an an-

---

1) Die Gesammtzahl der Wechsel und Folgen bleibt unter derjenigen der Beobachtungen, weil überall, wo eine Null im Fehlerverzeichniss steht, ein Ausfall sich ergibt.

2) In dem Ergebniss dieser Abzählung liegt auch wieder ein Beweis dafür, dass die Werthe der Extinctionsgrössen, wie sie die gebrauchte Tafel liefert, weder vorherrschend zu gross, noch vorherrschend zu klein sind. Denn wären sie das Eine oder Andere, so würden die Grössen p und q in der Anmerkung zur vorigen Seite überhaupt ungleiche Werthe haben, und die Zeichenfolgen der Fehler müssten ein Uebergewicht über die Zeichenwechsel erhalten.

deren Stellen mehr sprungweise ändert: ein Verhalten, welches natürlich eben so gut bei sich änderndem Acimut, als bei der Variation der Zenitdistanz sich ergeben kann. Auf die Vermuthung, dass nicht selten etwas der Art stattfinde, bin ich namentlich durch die Bemerkung geführt worden, dass öfters Vergleichungen zwischen denselben zwei Sternen, welche zu wenig verschiedenen Zeiten gemacht sind, in ihrer rohen Form eine gute Uebereinstimmung zeigen, die nach der Reduction, wegen der in der Zwischenzeit eingetretenen Aenderungen der Zenitdistanzen, minder befriedigend erscheint. Könnte eine solche Wahrnehmung für sich entscheiden, so würde sie natürlich auf eine Berichtigung der Extinctionstafel hinweisen: wir haben aber gesehen, dass, was auch einzelne ausgehobene Beobachtungen aussagen mögen, doch die ganze Masse derselben sich jeder irgend erheblichen Correction der Tafel entgegenstellt.

Wenn die letzten Untersuchungen uns nicht dazu gedient haben, ein Element zu verrathen, von dessen Berücksichtigung in der Theorie der Extinction man dermalen eine wesentliche Erhöhung der Uebereinstimmung der Beobachtungsresultate erwarten dürfte, so hat eine Untersuchung anderer Art wenigstens eine Spur eines gesetzmässig wirkenden Einflusses in den kleinen Abweichungen auffinden lassen. Vermöge der vielfachen Verbindungen, die zwischen den Sternen unseres Netzes hergestellt worden sind, kann man eine grosse Anzahl von Ternen solcher Sterne auswählen, von denen jeder mit beiden anderen im Photometer verglichen ist. Ich habe achtzig solche Ternen ausgesucht, welche die Bedingung erfüllten, dass keiner der innerhalb einer von ihnen vorkommenden Helligkeitsunterschiede kleiner als 0,12 sein sollte [1]. Darauf

---

1) Es waren darunter allein 54 Ternen, in welche der Stern Deneb gezogen ist. Da dieser in vielen der hellste, in andern der zweithellste und in mehreren der schwächste der drei verglichenen Sterne ist, so waren die Combinationen, in welchen er vorkommt, für die Untersuchung besonders vortheilhaft.

verglich ich in jeder den direct bestimmten logarithmischen Unterschied zwischen dem hellsten und dem schwächsten Stern mit demjenigen Werthe dieses Unterschiedes, welcher sich bei dem Uebergange durch den Stern der mittleren Helligkeit ergab, also mit der Summe der beiden Helligkeitsunterschiede zwischen dem hellsten und zweiten, und zwischen diesem und dem schwächsten Stern. Dabei wurden überall die unmittelbaren, nur wegen Extinction reducirten, Messungsresultate angewandt, und nur da, wo die Vergleichung zwischen zwei Sternen öfters gemacht war, das Mittel der verschiedenen Bestimmungen benützt. Es ist klar, dass man auf beiden Wegen, dem directen und dem indirecten, denselben Werth des ganzen Unterschiedes erhalten müsste, wenn die Beobachtungen und auch die Art ihrer Berechnung vollkommen richtig wären. In Wirklichkeit findet man natürlich Differenzen, — deren Kleinheit ganz in Uebereinstimmung mit den Erwartungen steht, welche man darüber nach der Kenntniss der wahrscheinlichen Abweichung einer einzelnen Beobachtung hegen muss; ich habe aber gefunden, dass die kleinen „Fehler der Ternen“ entschieden öfter auf *die* Seite fallen, dass die Differenz zwischen dem hellsten und dem schwächsten Stern etwas grösser durch den Mittelstern als direct gefunden wird, als auf die entgegengesetzte. Genauer auf diesen Gegenstand oder auf die muthmassliche Ursache der gedachten Wahrnehmung einzugehen, würde über die Grenzen hinausführen, die ich mir für die gegenwärtige Arbeit gesteckt habe: es möge genügen, am Schlusse derselben die Richtung angedeutet zu haben, in welcher eine Vervollkommnung der Theorie (und zwar der optischen Theorie des Instrumentes) am nächsten einen weiteren Fortschritt zu versprechen scheint.

Zusammenstellung

der Logarithmen der Helligkeiten von 208 der vorzüglichsten, meist nördlichen, Fixsterne, nach photometrischer Messung.

Alphabetisch nach den Sternbildern geordnet.

(Buchstaben und Ziffern für die Bezeichnung der Sterne nach Bayer und Flamsteed.)

Die Helligkeit von α Lyrae ist = 1, oder ihr Logarithmus = 0 gesetzt.

(Durch das beigesetzte N sind die 72 Sterne ausgezeichnet, welche zusammen das Netz der photometrischen Beobachtungen bilden, und für deren jeden daher wenigstens zwei durch verschiedene Vergleichsterne erhaltene Bestimmungen vorliegen. Das N ist verdoppelt bei denjenigen unter diesen Sternen, welche besonders oft beobachtet sind, und welche fast ausschliesslich als Vergleichsterne für die übrigen, nur einfach bestimmten, Sterne gedient haben.)

Sternbild	Stern	log.	
Andromeda	α	log. = 9,190	NN
	β	8,981	
	γ	9,038	N
	δ	8,498	
Aquarius	α	8,414	
	β	8,617	
	γ	8,337	
	δ	8,568	
	ε?	8,417	
	ζ	8,343	
	η	8,277	
Aquila	α	9,690	NN
	β	8,316	
	γ	8,698	NN
	δ	8,607	
	ζ	8,743	
	ϑ	8,661	
	λ	8,575	
Aries	α	9,051	N
Aries	β	log. = 8,897	N
	γ	8,403	
Auriga	α	9,913	NN
	β	9,249	NN
	ε	8,644	
	ϑ	8,979	N
	ι	8,697	
Bootes	α	9,900	NN
	β	8,471	N
	γ	8,656	
	δ	8,466	
	ε	8,916	N
	ζ	8,442	
	η	8,799	
	μ	8,206	
	34	7,672 :	
Canis major	α	0,632	NN
	β	9,205	
	δ	9,197	

Sternbild	Stern	log.	
Canis major	ε	log. = 9,490	
	η	8,990	
Canis minor	α	9,845	NN
	β	8,837	
Canes venatici	12	8,875	NN
Cassiopeja	α	8,957	
	β	9,007	
	γ	9,143	NN
	δ	8,829	
	ε	8,605	N
	ζ	8,458	
	η	8,524	
Cepheus	α	8,967	N
	β	8,736	N
	γ	8,511	N
	ζ	8,395	
	η	8,463	
	ϑ	8,381	
	ι	8,456	
Cetus	α	8,931	
	β	9,050	
	γ	8,551	
	δ	8,334	
Corona	α	9,120	NN
	β	8,443	
	γ	8,404	
Corvus	δ	8,839	
Cygnus	α	9,492	NN
Cygnus	β	log. = 8,676	N
	γ	8,994	
	δ	8,793	N
	ε	8,814	
	ζ	8,549	
Delphinus	β	8,355	
	γ	8,172	
	ε	8,248	
	κ	7,783	
Draco	α	8,384	N
	β	8,704	N
	γ	8,912	N
	δ	8,755	
	ζ	8,692	
	η	8,748	
	ι	8,732	
	κ	8,404	
	λ	8,245	
	ξ	8,273	
	?	7,932	
Gemini	α	9,409	N
	β	9,461	NN
	γ	9,234	
	δ	8,535	
	ε	8,607	
	η	8,460	
	ϑ	8,471	
	κ	8,448	
	μ	8,578	
Hercules	α	8,528	
	β	8,733	N
	γ	8,396	N

		log. =	
Hercules	δ	8,667	N
	ε	8,360	N
	ζ	8,751	
	η	8,424	N
	ϑ	8,194	N
	ι	8,308	
	μ	8,454	
	ν	8,043:	N
	ξ	8,305	N
	ο	8,382:	N
	π	8,524	N
	ϱ	8,247	
	τ	8,391	
	e	8,155	
Hydra	α	9,017	N
	ε	8,510	
	ζ	8,622	
Leo	α	9,513	NN
	β	9,152	NN
	γ	9,019	
	δ	8,964	
	ε	8,638	
	ζ	8,563	
	η	8,539	
	ϑ	8,631	N
	ι	8,315	
	ο	8,476	
Libra	2 α	8,849	
	β	8,919	N
Lynx	38	8,356:	
	40	8,498	
Lyra	α	0,000	NN
	β	8,604	
	γ	8,667	NN
	ε	8,165	
	λ	7,562	
Ophiuchus	α	9,160	NN
	β	8,694	N
	ζ	8,936	
	η	8,942	
	ι	8,131	
	κ	8,634	
	72	8,413	N
Orion	α	9,555	NN
	β	9,997	NN
	γ	9,408	N
	δ	9,119	
	ε	9,281	
	ζ	9,344	NN
	η	8,656	
	ι	8,868	
	κ	9,207	N
	λ	8,642	
Pegasus	α	8,973	NN
	β	8,889	N
	γ	8,849	N
	ε	8,816	N
	ζ	8,536	
	η	8,699	
	ϑ	8,439	
	μ	8,407	
	Piazzi XXI. 321	7,685	
Perseus	α	9,229	NN

Perseus	β	log. = 9,140	N
	γ	8,699	
	δ	8,741	
	ε	8,800	
	ζ	8,778	
	η	8,156	
	ν	8,296	
Piscis austrinus	α	9,531	N
Pisces	α	8,466	
Sagitta	γ	8,362	
Scorpius	α	9,464	N
Serpens	α	8,790	N
	β	8,459	
	γ	8,486	
	δ	8,396	
	ε	8,447	N
Taurus	α	9,482	NN
	β	9,360	NN
	ζ	8,788	
	η	8,815	
	λ	8,598	
Triangulum	α	log. = 8,531	
	β	8,716	
Ursa major	α	9,145	
	β	9,076	
	γ	9,029	NN
	δ	8,625	
	ε	9,330	
	ζ	9,182	N
	η	9,313	
	ϑ	8,632	
	ι	8,678	
	$\varkappa$	8,544	
	λ	8,640	
	μ	8,594	
	o	8,499	
	ψ	8,619	
Ursa minor	α	9,101	NN
	β	8,974	N
	γ	8,752	
Virgo	α	9,686	NN
	β	8,445	
	γ	8,834	
	δ	8,472	
	ε	8,722	N
	ζ	8,572	
	η	8,510	

Zur Uebersicht.

Tab. I.

Zu Dr. Seidel's Resultate photometrischer Messungen.



Monographie der fossilen Fische

aus den

lithographischen Schiefern Bayern's.

Bearbeitet

von

Dr. Andreas Wagner.

Zweite Abtheilung.



Monographie der fossilen Fische aus den lithographischen Schiefern Bayern's,

bearbeitet

von

Dr. A. Wagner.

Zweite Abtheilung.

Zweite Ordnung.

Ganoidei.

II. Familie.

STYLODONTES. GRIFFELZAEHNER.

Leibesform flach, rhombisch oder doch bauchig oval, Rumpf von Reifen umgeben oder nicht; Rücken- und Afterflosse sehr lang, bis zur Schwanzflosse reichend; der Unterkiefer einfach, ohne Vorkiefer; die Zähne mehrreihig, die des Aussenrandes alle gleichartig, griffelförmig, am obern Ende zugespitzt, seltener abgerundet; die Flossen (wenigstens die Schwanzflosse) mit Schindeln besetzt; Rückensaite weich und ungegliedert.

Aus der weitschichtigen Familie, wie sie *Agassiz* unter dem Namen

der Lepidoiden zusammenfasste, habe ich neben einigen andern Umstellungen eine besondere Familie ausscheiden müssen, die ich als *Griffelzähner (Stylodontes)* bezeichnete und deren Eigenthümlichkeiten in vorstehender Charakteristik scharf hervorgehoben sind[1]. Obwohl den eigentlichen Lepidoiden nicht fremd stehend, haben sie doch noch eine nähere Verwandtschaft mit den Pycnodonten, so dass selbst zwei ihrer Gattungen von einigen neueren Palaeontologen unter letztere gerechnet wurden, womit ich jedoch nicht übereinstimmen kann. Im lithographischen Schiefer kommt nur die einzige Gattung *Heterostrophus* vor, die ich erst neuerdings aufgefunden habe.

V. Heterostrophus *Wagn.*

Auf ein Exemplar von Solenhofen, das einen sehr eigenthümlichen Habitus zeigt, habe ich eine neue Gattung *Heterostrophus* (*ἕτερος, verschieden, στρόφος, Gürtel*) begründet, die den Repräsentanten des liassischen Dapedius und Aechmodus *Egert.* im lithographischen Schiefer darstellt. Wie bei diesen Gattungen ist der Leib breit rhombisch und hochgewölbt und läuft hinter der Rückenflosse schnell in einen dünnen Schwanzstiel aus. In gleicher Weise bilden die Schuppenreihen in ihrem Verlaufe von oben nach unten einen Bogen, dessen Concavität nach vorn gerichtet ist, so dass also diese Reihen mit ihrem untern Ende, anfangs stärker, weiter hinterwärts schwächer, *vorwärts* gekehrt sind. Erst auf dem Schwanzstiele nehmen diese Schuppenreihen in ihrer

---

1) Sehr ausführlich habe ich die neue Familie der Stylodonten in den Münchn. gel. Anzeig. Bd. L (Jahrg. 1860) S. 81 charakterisirt, worauf ich verweise. Ich will hier nur bemerklich machen, dass ich ihr die Gattungen ***Platysomus***, ***Pleurolepis*** (Tetragonolepis Egert.), ***Homoeolepsis***, ***Tetragonolepis*** *Ag.* (Aechmodus Eg.), ***Dapedius*** und ***Heterostrophus*** zugewiesen habe. Es reicht also diese Familie vom Kohlengebirge an bis in den lithographischen Schiefer, vielleicht selbst noch bis in die Wealdenbildung hinein.

untern Hälfte die gewöhnliche Wendung nach hinten an, wie es auch bei Dapedius und Aechmodus der Fall ist. Mit letzterem stimmt ferner die Form der Schuppen und, soweit sie vorliegen, ebenfalls die der Zähne überein. Gleichwohl dürfen wir vorliegendes Exemplar nicht bei Aechmodus unterbringen, weil dagegen die äussere Beschaffenheit der Schädelplatten spricht. Während diese nämlich bei jener Gattung mit den höchst charakteristischen Wulstfalten oder doch mit Granulationen von Schmelz besetzt sind, fehlen diese bei Heterostrophus ganz und gar, indem sämmtliche Schädelplatten nebst den Kiemendeckeln glatt und ohne irgend einen Besatz sind. Ob in der Beschaffenheit der Rücken- und Afterflosse eine Uebereinstimmung oder Differenz beider Gattungen begründet ist, kann nicht gesagt werden, da beide Flossen nicht mehr vorhanden sind. Die beiden Lappen der Schwanzflosse sind weit auseinander gerissen, doch sieht man deutlich, dass der Aussenrand mit Schindeln besetzt ist.

Unter den Fischen des lithographischen Schiefers gibt es ausser dem Heterostrophus nur noch die Reiffische (Pycnodonten), bei welchen die vordern Schuppenreihen einen Bogen mit vorwärts gerichteter Concavität bilden und deren Körperform einen ähnlichen Umriss hat. Indess an eine Unterbringung des Heterostrophus bei dieser Familie darf doch nicht gedacht werden, weil ihm die Reife (Hautrippen) abgehen, das Gebiss verschiedenartig gebildet und die Schwanzflosse mit Schindeln besetzt ist. Er stellt eine Uebergangsform dar, durch welche innerhalb des Gebietes des lithographischen Schiefers die Pycnodonten mit den Lepidoiden in Verbindung gebracht werden.

1. H. latus *Wagn.*

Der Umstand, dass an diesem Exemplare der ganze Vordertheil des Schädels auseinander gerissen ist, hat wenigstens den grossen Vortheil gebracht, dass man über die Beschaffenheit der in der Mundhöhle liegenden Zähne, obwohl sie ebenfalls weit umher verstreut sind, genü-

gende Auskunft erhält, wodurch man sich überzeugen kann, dass ihnen der Typus von Aechmodus vollständig zu Grunde liegt, d. h. dass sie alle ausserordentlich klein sind, und dass von ihnen nicht bloss die Kiefer, sondern auch die Pflugschar und Gaumenbeine, und zwar ebenfalls mehrreihig, besetzt sind. Man kann an ihnen zweierlei Formen unterscheiden: erstens feine einspitzige, von welchen die längste auf einem noch vorhandenen Kieferaste aufsitzen, und dann solche, welche etwas dickere und bauchig zugespitzte Köpfchen haben, von deren Spitze aus tiefe Furchen strahlenartig herablaufen und dadurch die Aussenfläche gerippt machen. Diese letztere Sorte von Zähnen stimmt ganz mit der Abbildung überein, welche *Quenstedt* (Petrefaktenk. tab. 17 fig. 2 b) von einem Vomerzahne seines Dapedius punctatus (übrigens kein Dapedius, sondern ein echter Aechmodus) mittheilte. Die grössten unter diesen Zähnchen erreichen noch nicht eine Linie im Durchmesser, die meisten bleiben weit hinter dieser Grösse zurück. Mit der Grösse des Fisches steht die winzige Kleinheit der Zähne im auffallenden Missverhältniss.

Die Schuppen, in sehr zahlreichen Reihen stehend, zeigen nicht das glänzende Ansehen von Dapedius, was wohl davon herrührt, dass sie meist nur von der Innenseite sichtlich sind und bereits etwas abgeschiefert erscheinen. Längs des ganzen Rückens sind sie klein und länger als hoch; im letzten Rumpfdrittel werden sie zwar grösser und höher, ohne dass jedoch die Höhe die Länge überschreitet und nach der Bauchseite hin werden sie in dieser Region abermals beträchtlich schmäler. In der übrigen Rumpfgend sind sie höher als lang, gleichseitig und glatt; die grössten dieser Schuppen sind etwas über 3''' und $2\frac{1}{2}$ breit. Ausser der Schwanzflosse ist nur noch die Brustflosse vorhanden, welche sehr hoch oben ansitzt und etwas gebogen ist; erst hinter der Hälfte ihrer Länge fangen ihre Strahlen an, sich zu gliedern und zuletzt sich zu spalten. Die Wirbelsäule ist völlig gedeckt.

Die ganze Länge dieses Exemplares vom Anfang der Schwanzflosse

an bis zur Kieferspitze mag 13'' betragen haben, von jenem Punkt bis zum Schultergürtel misst sie 9''; die Brustflosse ist gegen 1'' 9''' lang. Die grösste Breite des Rumpfes beträgt 5'' 9''', die kleinste am Anfang der Schwanzflosse ohngefähr 1'' 4'''.

III. Familie.

SPHAERODONTES. SCHEIBENZAEHNER.

Gestalt länglich-oval; Rücken- und Afterflosse kurz; Zähne in mehreren Reihen; auf den Kiefern walzig mit stumpfer Zuspitzung oder einem abgerundeten Köpfchen, auf dem Gaumen flach halbkugelig; Flossen mit Schindeln besetzt; die nackte Rückensaite von zusammenstossenden Halbwirbeln umgeben.

Bei Agassiz bildete die Gattung Lepidotus den Mittelpunkt der nach ihr benannten Familie der Lepidoidei, welcher er eine grosse Reihe von Gattungen zugewiesen hatte. Als Merkmale dieser Familie hatte er hervorgehoben, dass der Leib mit rautenförmigen Schmelzschuppen besetzt ist, und dass die Zähne entweder bürstenförmig in mehrere Reihen gestellt sind, oder dass sie nur eine einzige Reihe kleiner, stumpfer Zähne ausmachen. Indem ich durch den reichen Zuwachs der hiesigen Sammlung mit dem Zahnsysteme unserer Fische genauer bekannt wurde, fand ich, dass unter den Lepidoiden sehr heterogene Typen zusammen gefasst waren, welche ich demnach, soweit sie in den Kreis der hier zu erörternden Fauna fallen, davon ausgeschieden habe. So habe ich denn von den Lepidoiden eine eigene Familie als Stylodonten abgesondert, andere Gattungen, wie z. B. Philodophorus und Propterus, habe ich zu den Sauroiden verwiesen und endlich die Gattung Lepidotus selbst als Typus einer besonderen Familie hervorgehoben, der ich nicht mehr den weitschichtigen und ungenauen Namen der Lepidoiden beliess, sondern sie nach ihrem auffallendsten Merkmale als Familie der Sphärodonten bezeichnete. Ausser Lepidotus kann ich derselben nur noch die neue

Gattung Plesiodus beifügen und sehr wahrscheinlich wird ihr auch Münster's Scrobodus angehören.

Zur oben angegebenen Charakteristik der Familie der Sphärodonten mögen auch folgende Bemerkungen beigefügt werden. Sowohl die Kiefer als die Gaumenbeine und die Pflugschar sind mit mehreren Reihen von Zähnen besetzt. Auf den Kiefern tragen die innern Reihen grössere Zähne als die äussern; die grössten Zähne finden sich auf der Vomeralplatte und haben eine glatte, flach halbkugelige Form. Auf solche isolirt gefundene sphäridische Zähne hatte Agassiz die Gattung Sphärodus begründet, die nunmehr einzuziehen ist. Die Augenhöhle ist von Knochenplättchen in einfacher oder doppelter Reihe umgeben, an welche die Platten des Kiemendeckels unmittelbar angrenzen, so dass hiedurch der ganze Apparat des Unterkiefer-Suspensoriums verdeckt wird. Mit der Stärke der rautenförmigen Schmelzschuppen steht im umgekehrten Verhältnisse die geringe Entwicklung der Wirbelsäule, welcher knöcherne Wirbel ganz abgehen, indem ihre Stelle die weiche Rückensaite, umhüllt von zusammenstossenden Halbwirbeln, einnahm. Vollständig ist dieses Verhältniss freilich nur bei unserem vortrefflichen Exemplare von Lepidotus armatus aufgedeckt; der Mangel echter Wirbelkörper ist hiernach jedoch wohl mit Sicherheit auch bei allen andern Sphärodonten vorauszusetzen.

VI. Lepidotus *Ag.*

Die Gattung Lepidotus gehört zu den ausgezeichnetsten unter allen Fischen des lithographischen Schiefers. Ihre Form ist die eines starken Karpfen. Die Schuppen sind rhombisch, mit dickem glänzendem Schmelzbeleg und in sehr regelmässige Reihen gestellt; wenn sie vollständig ausgebildet und isolirt sind, so zeigt eine solche Schuppe nicht bloss am obern Rande den Gelenkzacken und am untern die Gelenkgrube, sondern es springen auch die beiden Ecken des Vorderrandes in Hörner hervor, was sehr bezeichnend für diese Gattung ist. Der Vorderrand aller Flossen, bei der Schwanzflosse auch der untere Rand, ist mit

einer Doppelreihe sehr starker Schindeln besetzt; letztere Flosse mehr oder minder tief ausgeschnitten, die Rückenflosse dem Raume zwischen Bauch- und Afterflosse gegenständig. Die Mundöffnung nebst den Kiefern ist kurz. Höchst charakteristisch ist das Gebiss, indem sowohl die Kiefer, als auch die Gaumenbeine mit einigen Reihen kleiner Zähne besetzt sind, die theils spitz, theils mit einem angeschwollenen halbkugeligen Köpfchen enden. Die grössten aller Zähne stehen auf dem Vomer, sind glatt und halbkugelig und haben Veranlassung zur Aufstellung der Gattung Sphärodus gegeben.

So häufig auch die Gattung Lepidotus im Lias auftritt, so selten ist sie im lithographischen Schiefer, indem Agassiz aus letzterem nur 3 Arten kennt, die er mit dem Namen L. unguicullatus, oblongus und notopterus bezeichnete. In gleichem Maasse sind aber auch die Individuen aus diesen Schiefern selten, denn die hiesige ältere Sammlung besass nur einige, wenngleich ansehnliche Fragmente von einer einzigen Art und selbst die Münster'sche hatte nur etliche sehr unvollständige Reste. Noch dürftiger war die Eichstädter Sammlung bestellt, dagegen überlieferte die Häberlein'sche uns einige ausgezeichnete Exemplare. Schon vorher war ich so glücklich, ebenfalls etliche sehr werthvolle Platten zu acquiriren, so dass jetzt auch diese Gattung im hiesigen Museum gut repräsentirt ist. — Noch seltener als bei uns kommen diese Fische im südwestlichen Verlaufe des lithographischen Schiefers vor; aus Würtemberg führen weder Fraas noch Quenstedt Reste von Lepidotus an, und wenn auch Thiollière zwei Arten von Cirin zweifelhaft unterscheidet, so gehören diese doch nur zu den kleinsten Formen, welche dieser Schiefer aufzuweisen hat.

Mit Lepidotus ist nun aber auch die Gattung *Sphärodus*, die bisher bloss auf Zähne der Gaumenplatte begründet war, zu verbinden. Schon Agassiz hatte es späterhin erkannt, dass sein Sphärodus mammillaris nur auf die Zähne eines Lepidotus errichtet worden war. Bezüglich der bei Schnaitheim in grosser Anzahl vorkommenden Zähne des Sphärodus

gigas, zugleich mit den Schuppen von Lepidotus maximus, hatte schon Quenstedt die Zusammengehörigkeit beider mit Sicherheit vermuthet. Ich habe nunmehr den Nachweis geliefert, dass die Gebisse von Schnaitheim im Grossen das Gebiss des kleinen Lepidotus notopterus wiederholen, dass sie also wirklich einem Lepidotus entnommen sind, der nach allen Anzeichen kein anderer als der L. maximus seyn. Nachdem aber einmal die Zuständigkeit von zweierlei Sphärodus-Zähnen zu zwei Arten von Lepidotus festgestellt ist, bleibt kein Haltpunkt mehr für die Selbstständigkeit einer eigenen Gattung von Sphärodus übrig; diese muss vielmehr aufgehoben werden und weitaus die meisten ihrer Ueberreste werden an Lepidotus fallen. Ein anderer Theil wird aber an die neue Gattung Plesiodus übergehen, bei der die meisten Zähne die sphäroidische Gestalt von Sphärodus haben.

Merkwürdig ist die ausserordentlich weite Verbreitung der Arten von Lepidotus sowohl nach der geognostischen Reihenfolge der Formationen, als nach ihrer geographischen Ausdehnung. In ersterer Beziehung reichen sie vom Lias angefangen bis in den Grobkalk; in letzterer kennt man sie aus England, Frankreich, Deutschland, Italien, Griechenland, Ostindien und Brasilien[1].

1. L. armatus *Wagn.*

L. armatus. Wagn. Münchn. gel. Anz. XXII (1846) S. 302.

Obwohl das Exemplar, auf welchem diese von Solenhofen stam-

---

1) *Agassiz* hat die Grenzen der Gattung zu weit ausgedehnt, indem er ihr auf Tab. 29[c] Fig. 12 ein Fragment zuwies, welches echte Wirbelkörper besitzt und das er dem *Lepidotus minor* zuschrieb. Allein die Zugehörigkeit dieses Fragmentes zu genannter Art ist durchaus nicht dargethan; ja die Form der Wirbel ist von der aller derjenigen fossilen Ganoiden, die eine vollständige Wirbelsäule besitzen, so auffallend verschieden, dass sie zu keiner der aus dieser Ordnung bekannten Gattungen passen, am allerwenigsten aber auf einen Lepidotus zu beziehen sind.

mende Art beruht, seine Beschuppung verloren hat, so hat diess doch den grossen Vortheil gebracht, dass dadurch das ganze Rumpfskelet aufgedeckt worden ist und an ihm zum erstenmale die Beschaffenheit der Wirbelsäule erkannt werden kann. Ausser der Beschuppung fehlt nichts weiter als das letzte Ende der Schwanzflosse, auch ist die Kiefergegend beschädigt; sonst aber ist das Uebrige so vollständig erhalten, dass dieses Exemplar zu den allerwerthvollsten der ganzen Sammlung gehört.

Nächst L. maximus ist L. armatus die grösste Art, denn seine Länge bis zur Mitte der Gabelung der Schwanzflosse beträgt 2¾ Fuss. Dabei ist der Körper langstreckig, der Rücken nur flach gewölbt und daher der Leib nach hinten beträchtlich breit; seine Breite vor der Rückenflosse ist 8″ und am Ansatz der Schwanzflosse 5½″. Von der Beschuppung ist auch nicht einmal eine Spur vorhanden, mit Ausnahme der, welche sich auf der Mittellinie hinter der Rücken- und hinter der Afterflosse erhalten hat. Man sieht da zuerst auf jeder dieser beiden Mittellinien des Rücken- und Bauchkieles 3 schmale sechsseitige Schuppen von ohngefähr 7‴ Länge und zu beiden Seiten jedes Kieles, also bereits der Leibesseite angehörig, auf einer Strecke von etwas mehr als Zollbreite kleine rautenförmige, regelmässig gereihte Schmelzschuppen, von denen die meisten kaum eine Linie Länge erreichen. Bei allen andern Arten von Lepidotus sind die Schuppen in dieser Region viel grösser, was den L. armatus sehr von ihnen unterscheidet. Die Knochenplatten des Hinterschädels nebst dem Schultergürtel sind sämmtlich glatt, doch ist bemerklich zu machen, dass der Schädel seine ganze Vorderwand verloren hat und demnach jetzt die Innenseite der Hinterwand entblösst ist. Vom Gebiss sind nur kleine, dünne, walzige und stumpf zugespitzte Zähne übrig geblieben, die zerstreut umher liegen. Alle Flossen sind erhalten; die Rückenflosse, von 16 Flossenträgern unterstüzt, ist weit vom Kopfe abgerückt, indem sie bald hinter dem Vorderrande der Bauchflosse beginnt und weithin über die Afterflosse

sich ausdehnt. Die Bauchflossen haften an starken Trageplatten, ähnlich denen von Strobilodus.

Was diesem Exemplare seinen höchsten Werth verleiht, ist das im trefflichsten Stande erhaltene Rumpfskelet, von dem alle unsere übrigen Platten nichts aufzuweisen haben. Sämmtliche Fortsätze der Wirbelsäule: die obern und untern Dornfortsätze, sowie die Rippen sind ausserordentlich kräftig und lang; auch die blinden Strahlen, die vom Hinterhaupte an bis zur Rückenflosse, sowie die wenigen, die sich hinter der letztern zwischen die obern Dornfortsätze einschieben, sind stark entwickelt. Von ansehnlicher Breite sind die untern Dornfortsätze, auf welche sich der untere Lappen der Schwanzflosse stützt. Obere Dornfortsätze zählt man 52 bis 53; sie gehen gleich den untern von kleinen Schildchen ab, die unmittelbar der Wirbelsäule ansitzen und nach vorn und hinten einen Gelenkfortsatz abschicken. Was die Wirbelsäule selbst anbelangt, so sieht man an ihr gar keine Wirbelkörper, sondern nur eine am Anfange zollbreite Binde, die durch senkrechte Eindrücke in eben so viele, den eigentlichen Wirbeln entsprechende Abschnitte als obere Dornfortsätze vorhanden sind, abgetheilt wird. Ein jeder dieser Abschnitte wird durch die Diagonale, welche vom hintern untern Eck zum vordern obern verläuft, in zwei Dreiecke zerlegt; die Basis des einen Dreiecks geht demnach vom obern Dornfortsatz aus, die des andern vom untern Fortsatz. So entstehen auch ringförmig verbundene Halbwirbel, wie sie Heckel nennt, aber in anderer Weise, als es gewöhnlich der Fall ist[1].

---

1) *Heckel* hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass bei diesem Exemplare „ringförmige Halbwirbel“ vorkommen (Sitzungsberichte 1850 Oktober-Heft S. 6), ohne doch dabei ihre Construction anzugeben. Auf der vorhergehenden Seite theilt er die Abbildung zweier Wirbel mit, ohne zu sagen, von welcher Gattung. Wenn es, wie wahrscheinlich, Wirbel von unserem L. armatus sein sollen, so ist die Abbildung verfehlt, denn in dieser kommen sich beide Dreiecke einander

2. L. unguiculatus *Ag.*

Ag. II p. 251 tab. 30 fig. 7—9. — *Rüpp.* Abbild. einiger Versteinerungen 1829 S. 11 tab. 4.

Rüppell war der erste, der einen Ueberrest von dieser Gattung bekannt machte, nämlich ein ansehnliches Fragment eines Schuppenpanzers, den er in Daiting erhalten hatte. Er wusste ihn jedoch nicht richtig zu deuten und schrieb ihn daher einem „unbestimmbaren Thiere, vermuthlich aus der Classe der Reptilien“ zu. Auch H. v. Meyer war etliche Jahre nachher noch zweifelhaft, ob dieser Panzer von einem Reptil oder Fische herrühren dürfe; mit den damaligen Hülfsmitteln war eine genauere Bestimmung auch nicht möglich. Erst Agassiz gab in seinem berühmten Werke den Palaeontologen die Mittel in die Hand, um fossile Fische richtig deuten zu können und er selbst war es, der zuerst dieses Panzerstück an seine Gattung Lepidotus verwies. Was er hierüber beibringt, beruht lediglich auf dem von Rüppell erworbenen Fragmente; ich kann daher zur Kenntniss dieser Art einen nicht unwichtigen Beitrag liefern, indem es unserem Diener Ditterich schon vor zehn Jahren gelang, in Daiting eine Doppelplatte anzukaufen, worauf der Fisch, wenn auch in einigen Parthien zerrüttet, doch in allen seinen wesentlichen Theilen erhalten ist.

Der Schädel hat am meisten gelitten; am besten conservirt ist der

---

gerade entgegen und zwar so, dass der untere über die ganze Mitte des oberen hinübergreift. Bei dem L. armatus dagegen liegen beide Dreiecke in umgekehrter Richtung *neben* einander als die Hälften des rechtseitigen Wirbels. Wollte man eine Form, wie sie Heckel zeichnet, herausbringen, so müsste man für ein unteres Dreieck immer noch ein oberes des folgenden Wirbels mitnehmen, was natürlich nicht zulässig ist. Nur unter solcher Voraussetzung könnte auch ein rautenförmiger Zwischenraum zwischen 2 Wirbeln, wie Heckel ihn zeichnet, entstehen. Beim L. armatus aber stossen die Gelenkflächen unmittelbar zusammen, und kenne ich überhaupt keine Wirbelform, wie sie Heckel abgebildet hat.

Unterkiefer, wenngleich in der Symphyse auseinander gerissen. Er ist sehr kurz, aber robust und am Unterrande stark bogig ausgeschnitten; jeder Ast zeigt mindestens drei Reihen walziger Zähnchen, von denen jedes eine braune Kuppe trägt, die bei den kleineren mehr zugespitzt, bei den grössern Zähnchen mehr flach gewölbt ist. Die grössern Zähnchen, deren Kuppe fast eine Linie Durchmesser hat, stehen auf der innern, die kleinern und spitzigeren auf der Aussenseite. Aehnlich verhalten sich die Zähne im Oberkiefer.

Die Beschuppung liegt fast vollständig vor. Zwar haben sich auf der Vorderseite dieses Exemplares nur einzelne Parthien mit ihren glänzenden Schmelzschuppen erhalten, dafür sieht man von der andern Rumpfseite fast die ganze innere Fläche des Panzers und kann dadurch die Gelenkung der Schuppen auf's deutlichste wahrnehmen. Wie bei allen andern Arten laufen auf der Innenseite der Schuppen die beiden Ecken des Vorderrandes in lange Hörner aus, während der hintere Rand gerade abgeschnitten ist. Der obere Rand hat in der Mitte einen vorspringenden Zahn, und der untere eine Ausfurchung; der Zahn greift in die Aushöhlung der nächst obern Schuppe und die Ausfurchung nimmt den Zahn der nächst untern Schuppe auf. In der hintern Rumpfhälfte verlieren die Schuppen allmählig den Zahn und die Ausfurchung, zuletzt auch die Hörner. Die Schuppen sind auf ihrer Aussenseite mit einem dicken, licht bräunlichgelben, stark glänzenden Schmelze belegt, der ganz glatt und am Hinterrande völlig ungezackt ist. An den grössten Schuppen hat ihr Schmelzbesatz eine Höhe von 5''' bei einer fast eben so grossen Länge. Da jedoch der Schmelz den Vorderrand der Schuppe nicht deckt, so sind letztere auf ihrer innern Seite durchgängig länger als hoch und diese Differenz wird immer grösser, je weiter die Schuppen abwärts oder hinterwärts zu liegen kommen.

Alle Flossen sind noch auf diesem Exemplare vorhanden und alle sind mit sehr starken Schindeln besetzt. Die Brustflossen sind lang und etwas gebogen; die Rückenflosse ist hoch, nimmt hinterwärts rasch an

Höhe ab und ihr Hinterende liegt noch dem Anfang der Afterflosse gegenüber. Die Schwanzflosse ist sehr breit und nicht sonderlich tief ausgeschnitten; die äussern Strahlen auf beiden Seiten derselben sind auf jedem Gliede mit einem ovalen schwarzen Schmelzplättchen besetzt, das einfach ist, so lange der Strahl ungetheilt bleibt, doppelt, sobald er sich spaltet.

Die ganze Länge dieses Exemplares bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt etwas über 2 Fuss. Seine grösste Breite kann bei der starken Zertrümmerung nicht genau gemessen werden, ist aber jedenfalls sehr erheblich; am Anfang der Schwanzflosse macht sie 3″ 4‴ aus. — Das Exemplar, von dessen Schuppenpanzer Rüppell ein Stück erhielt, war noch grösser, indem die Schuppen fast um ein Drittel grösser sind.

3. L. oblongus *Ag.*

Ag. II p. 259 tab. 34[a] fig. 1—3.

Zu den beträchtlichen Fragmenten der hiesigen Sammlung, auf welche Agassiz diese Art stützte, ist nichts weiter als ein sehr ansehnliches Bruchstück der vordern Rumpfhälfte von Eichstädt hinzugekommen. Bei gleicher Grösse mit L. unguiculatus unterscheidet sich von ihm der L. oblongus schon durch seine kleinern und daher auch zahlreicheren Schuppen, während zugleich der zur Gelenkung mit der nächst obern dienende Zahn merklich länger und spitzer ist. Mit Ausnahme der ersten Reihen hinter dem Schultergürtel sind die Schuppen durchgängig länger als hoch, und sie werden um so schmäler, als sie weiter abwärts ansitzen; die grössten sind auf ihrem Schmelzbesatz nicht höher als 3½ Linien. Die Oberfläche der Schuppen ist ganz glatt und der hintere Rand gerade und ganz; nur an etlichen wenigen habe ich mit der Lupe eine feine Zähnelung wahrgenommen. Die Rückenflosse scheint etwas weiter vorgerückt als bei den andern grossen Arten.

4. L. decoratus *Wagn.*

Tab. 6. Fig. 2, 2a.

Eine sehr ausgezeichnete Art, die auf einem Prachtexemplare von Solenhofen aus der Häberlein'schen Sammlung beruht. Der Schuppenpanzer ist mit Ausnahme des Bauchrandes fast vollständig aufbewahrt; am Schädel ist zwar der Schnauzentheil abgebrochen, liegt aber nebenan; die Flossen sind meist zertrümmert, doch die Schwanzflosse noch in ziemlich gutem Zustande. Was diese Art von allen andern unterscheidet, ist der Körnerbesatz des Schädels und die hohen, am Hinterrande stark gezackten Schuppen.

Der Schädel ist fast auf allen seinen Theilen mit kleinen, unregelmässig verstreuten Körnern besetzt; der Hinterrand der Wangen- und Augenplatten überdiess wulstig ausgekerbt. Der umgestürzte Unterkiefer zeigt noch eine Reihe kleiner Zähne mit einem etwas angeschwollenen, spitzen, schwarzen Köpfchen. Isolirt liegt ein etwas grösserer, halb sphäroidischer, glatter Zahn mit einem Durchmesser von 1½ Linien. — Die Schuppen sind glatt und verhältnissmässig gross, in der vordern Rumpfhälfte merklich höher als lang und am Hinterrande stark gezackt. Im weiteren Verlaufe nach hinten nehmen sie allmählig an Höhe ab, so dass sie zuletzt länger als hoch sind und zum Theil eine sehr verschobene, den Spitzwecken ähnliche Figur annehmen. Mit dieser Formänderung der Schuppen in der hintern Rumpfhälfte, von der aber auch bereits in der vordern die obersten Reihen betroffen sind, verlieren dann die Schuppen auch ihre Zacken an den Hinterrändern. Vor der Afterflosse liegen isolirt zwei abnorme Schuppen, die an dem einen Rande lange Zacken aufzuweisen haben, wie solche Quenstedt schon von andern Arten bekannt gemacht hat. — Die Schwanzflosse beginnt sehr breit, und ihre äussern Strahlen beiderseits sind auf jedem Gliede mit einem kleinen Schmelzplättchen besetzt, wie diess schon von L. unguiculatus erwähnt wurde.

Die Länge dieses Exemplares beträgt ohngefähr anderthalb Fuss, die Breite der Schwanzflosse am Anfange etwas über 2½ Zoll.

5. L. intermedius *Wagn.*

Tab. 6. Fig. 3.

Ebenfalls eine neue Art, die uns aus der Häberlein'schen Sammlung in einem Exemplare zugekommen ist; es fehlt ihm zwar das Schnauzenende, ein Stück aus der Mittelgegend des Panzers und alle Flossen mit Ausnahme der Schwanzflosse, dagegen ist letztere in einer Vollständigkeit erhalten, wie auf keiner andern Platte und eben so ist der grosse übrige Theil der Beschuppung in einem sehr guten Zustande.

Von gleicher Grösse mit L. decoratus und mit Schuppen, die ebenfalls höher als lang sind, unterscheidet sich diese Art doch gleich sehr bestimmt von jenem, dass ihre Schuppen ungezackt und zugleich kleiner, daher weit zahlreicher sind. Dazu kommt noch der weitere Umstand, dass zwar die Schuppen in der hintern Rumpfhälfte gleichfalls schmäler werden, aber doch weit mehr ihre reguläre Form beibehalten, als bei L. decoratus. Die Platten des Hinterschädels sind mehr gerunzelt als gekörnt und der Kiemendeckel erheblich breiter als bei der andern Art. Mit L. oblongus kann auch keine Verwechslung stattfinden, weil bei diesem die Schuppen länger als hoch sind. L. notopterus hat zwar die gleiche Beschuppung mit L. intermedius, aber eine sehr verschiedene Form der Schwanzflosse.

Bei der guten Erhaltung der letzteren will ich noch einige Bemerkungen über sie beifügen. Bei grosser Breite schon gleich von ihrer Wurzel an ist sie doch nur seicht halbmondförmig ausgeschnitten. Ihre äussern Strahlen zu beiden Seiten sind nicht bloss weit länger und stärker als die innern, sondern zerspalten sich auch nicht in so vielfacher Weise, sind aber ebenfalls in überaus kurze, zahlreiche Glieder abgetheilt. So lange sie ungetheilt sind, ist jedes Glied mit einem kleinen, schwarzen Schmelzplättchen besetzt; sobald aber die Strahlen sich spalten, verschwinden die Plättchen, was bei den vorhergehenden Arten nicht der Fall ist. Die innern Strahlen, deren 10 vorhanden zu sein scheinen, lassen sich füglich mit kleinen Pentakriniten vergleichen, frei-

lich mit abgerundeten Stielen. Jeder Strahl beginnt mit einem kurzen Stiele, der bald anfängt, sich mehrfach zu gabeln bei gleichzeitiger zahlreicher Gliederung und sich zuletzt in feine Strählchen auflöst.

Die Länge dieses Fisches beträgt an anderthalb Fuss; die Schwanzflosse hat an ihrem Anfange eine Breite von etwas über 2½ Zoll.

6. L. notopterus *Ag.*

Ag. II p. 257 tab. 35. — *Quenst.* Petrefaktenk. S. 197 tab. 15 fig. 4. — ? *Thiollière* Ann. des sc. phys. et nat. de Lyon III, 1. 1850. p. 111.

Mit dieser Art wurde Agassiz erst in England bekannt, nach einem Exemplare, das von Solenhofen herstammte; in den deutschen Sammlungen hatte er nichts von ihr gefunden. Das erste Exemplar, das hieher gelangte, war in der Münster'schen Sammlung aufbewahrt, bestand aber nur in einem undeutlichen Abdrucke, dem die ganze Bepanzerung abging; als Fundort ist Eichstädt aufgeführt. Zwei andere Exemplare von Solenhofen brachte die Häberlein'sche Sammlung; eines ziemlich vollständig, aber sehr zerrüttet, das andere ohne Kopf, jedoch der Rest in gutem Zustande. Ein schönes Exemplar führt Quenstedt von Kelheim an.

Die kleinste unter den Arten des lithographischen Schiefers, indem sie bloss einen Fuss, oder doch nur wenig darüber lang wird. Sie unterscheidet sich von allen andern Arten durch ihre schmale und dabei tief ausgeschnittene Schwanzflosse; an ihrer Wurzel hat diese nur eine Breite von 1'' 6'''. Die Schädelplatten und die Schuppen sind glatt; letztere sind ungezackt und in der vordern Leibeshälfte etwas höher als lang. Die Rückenflosse ist mit sehr starken Schindeln besetzt. — An dem einen unserer Exemplare, das die Unterseite des Schädels mit abgerücktem Unterkiefer aufzeigt, ist der grösste Theil des Gebisses entblösst. Der kurze Vomer, der dem Vorderende des Keilbeines angefügt ist, trägt 4 Querreihen von Zähnen, die von hinten an gezählt zu 2, 2, 4 und 4 stehen. Die beiden hintern Reihen enthalten die grössten

Zähne des ganzen Gebisses, obwohl der Durchmesser ihrer kugeligen, glatten Köpfchen noch nicht eine Linie erreicht, die Zähnchen der beiden vordern Reihen sind noch kleiner, zumal die äussern. Zu beiden Seiten der Pflugschaar zeigen sich auf den beiden Gaumenbeinen 4 Längsreihen von überaus kleinen, spitzen Zähnen, wovon nur die eine Reihe sich weiter rückwärts fortsetzt. Vor dem Vomer liegen in einer Querreihe 9 spitze Zähne, die etwas grösser als die der Gaumenbeine sind und dem Zwischenkiefer angehören. Der Unterkiefer zeigt nur noch eine Reihe kleiner Zähne mit sphäroidischen Köpfchen.

Von Cirin führt Thiollière eine Art an, die ihm mit L. notopterus übereinzustimmen scheint, was auch mir wahrscheinlich ist.

7. L. maximus *Wagn.*

L. giganteus. Quenst. Petrefaktenk. S. 198.

Obwohl die grösste aller Arten der ganzen Gattung führe ich sie doch erst am Schlusse auf, weil sie uns nicht gleich den vorgehenden nach der ganzen Körperform, sondern nur nach einzelnen Schuppen oder Panzerfragmenten bekannt ist. Man hat solche bei Solenhofen, Kelheim und Eichstädt (am Blumenberg) gefunden; die beiden kostbarsten Stücke sind die, von denen das eine Herr Gerichtsarzt Oberndorfer aus den Steinbrüchen von Kelheim-Winzer besitzt, während das andere aus der Häberlein'schen Sammlung in die hiesige übergegangen ist. Letzteres ist ein zusammenhängendes Panzerfragment von 2 Fuss Höhe und 15½ Zoll Länge. Die Mehrzahl der Schuppen zeigt nur die Innenseite, doch liegen auf diesen noch einzelne der Vorderseite, welche daher ihre Aussenfläche aufzuweisen haben. Der Umstand, dass nur einige der vordersten grossen Schuppen den Gelenkzahn besitzen, während er hinter diesen bald ganz verschwindet, wobei gleichzeitig die Schuppen allmählig an Grösse abnehmen und die beiden Hörner des Vorderrandes sich fortwährend verkürzen, bis sie zuletzt ganz verschwinden — dieser Umstand zeigt an, dass gedachtes Fragment bereits dem Anfange der

hintern Rumpfhälfte angehörig ist. Auf der Innenseite sind alle Schuppen glatt, auf der Aussenseite haben sie dagegen einen dicken Schmelzbesatz, der, wie uns einige der vordern grossen Schuppen zeigen, einen rhombischen Umriss hat und auf dessen Oberfläche strahlenartig gestellte Falten nach dem Vorderrande verlaufen, der dadurch etwas gekerbt wird. Die Höhe einer dieser grossen Schuppen beträgt 15½ Linien; die Länge zwischen den Hörnern ist eben so gross, dagegen längs der Hörner erreicht sie fast 2″. Wie gewöhnlich werden die Schuppen nach der hintern Leibeshälfte zu allmählig kleiner und ihr Schmelzbesatz wird dann glatt und ungezackt. Aus der Grösse dieses Panzerstückes darf man wohl auf ein Thier schliessen, das bei einer Rumpfhöhe von mehr als 2 Fuss eine Länge von 8 Fuss erreichen konnte.

Von allen andern Arten des lithographischen Schiefers ist dieser L. maximus nicht bloss durch die Grösse, sondern auch durch die Faltung seiner Schuppen ganz und gar verschieden. Im obern Jurakalke von Schnaitheim findet man ähnliche Schuppen, die wohl zu dieser Art gehören könnten. Auch die grossen Schuppen, welche Agassiz (p. 255 tab. 29c fig. 2, 3) aus L. palliatus von Boulogne abbildete, zeigen grosse Aehnlichkeit. Quenstedt fasste alle die grossen Schuppen, welche im süddeutschen Jura vorkommen, unter dem Namen *L. giganteus* zusammen; ein Name, der nicht beibehalten werden kann, weil schon lange vorher eine Art des Lias als L. gigas benannt wurde.

7. A. Sphaerodus gigas *Ag.*

Ag. II. b. p. 210 tab. 73 fig. 83—94. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 58. — *Quenst.* Petrefaktenk. S. 199 tab. 13 fig. 42; Jura S. 780 tab. 96 fig. 5—10; würtemb. Jahreshefte 1853 S. 361 tab. 7 fig. 1—8.

Nur zweifelhaft hatte Agassiz seine Gattung Sphaerodus aufgestellt, weil er zwar sehr viele isolirte Zähne von ihr, aber nicht die dazu gehörigen Thiere kannte; lediglich bei seinem Sph. mammillaris war er

später gewahr worden, dass die unter diesem Namen begriffenen Zähne nicht von einem Pycnodonten, sondern von einem Lepidotus herrührten.

In meiner früheren Abhandlung kannte ich noch keine Zähne von Sphaerodus aus dem lithographischen Schiefer; nur aus dem Diceraskalk von Kelheim lag ein Bruchstück einer Gaumenplatte vor, deren Zähne mit denen des Sph. crassus *Ag.* übereinstimmte. Erst die Häberlein'sche Sammlung überbrachte uns einen isolirten, dem Gesteine noch ansitzenden und 7 Linien im Durchmesser haltenden Sphaerodus-Zahn von Mühlheim, und die h. Leuchtenberg'sche einen andern, etwas kleinern aus den lithographischen Schiefern des Blumenbergs bei Eichstädt, wobei bemerklich zu machen ist, dass dieser Zahn, der nach seiner Grösse wie nach seinem dünnen Schmelzbelege zu Sphaerodus gigas gehört, aus demselben Steinbruche stammt, in welchem ein Jahr früher die vorhin angeführten grossen Schuppen des Lepidotus maximus gefunden worden waren. Aus diesem Grunde, und bei gleichzeitigem Mangel an Exemplaren von Gyrodus, war man zur Vermuthung berechtigt, dass der Zahn und die Schuppen zusammengehörig sein könnten.

Diese Vermuthung hatte schon früher Quenstedt ausgesprochen, indem er sich auf das ausserordentlich häufige Zusammenvorkommen von grossen Sphaerodus-Zähnen mit grossen Lepidotus-Schuppen, dem L. maximus angehörig, bei Schnaitheim berief. Am wichtigsten unter seinen Funden ist die grosse Platte aus dem knöchernen Gaumen, die er in den würtemb. Jahresheften abbildete und beschrieb, und auf welcher, obwohl ihr rechter Kieferrand abgebrochen ist, noch 53 Zähne übrig geblieben sind. Sie stehen ohne Sonderung gedrängt neben einander; die grössten, welche Quenstedt mit Recht dem Vomer anweist, sind zugleich die glattesten und abgerundetsten; je weiter nach dem Seiten- und Vorderrande hin werden die Zähne kleiner und zeigen auf ihrer Mitte eine Spitze. — Wenn bisher die Zugehörigkeit dieser Sphaerodus-Zähne zu Lepidotus nur auf einer Vermuthung beruhte, so erlangt diese jetzt eine festere Begründung durch das vorhin erwähnte Exemplar vom

Lepidotus notopterus, dessen Zähne im Gaumen aufgedeckt vorliegen und im Kleinen ganz mit der Anordnung des Gebisses, wie es die Gaumenplatte von Schnaitheim aufweist, übereinkommen. Wie bei letzterer stehen die grössten und abgerundeten Zähne des L. notopterus in der hintern Partie des Vomer's und die beiden vordern Querreihen zeigen an, dass jede mit wenigstens 4 Zähnen besetzt war. Ferner folgen bei L. notopterus zu beiden Seiten der Vomeralplatte 4 Längsreihen von kleineren Zähnen in derselben Ordnung, wie sie die Platte von Schnaitheim aufzeigt. Eben so sind von diesen auf beiderlei Exemplaren die innern Zähne die verhältnissmässig grössten und glatt halbkugelig, während die äussern kleiner und an ihrem Gipfel zugespitzt sind. Eine solche Uebereinstimmung in der Anordnung und Form der Zähne von Sphaerodus gigas mit denen des Lepidotus notopterus verweist aber die Zähne von Sphaerodus zunächst an die Gattung Lepidotus; indess doch nicht ausschliesslich, denn in der von mir neuerdings aufgefundenen Gattung Plesiodus ist das Gebiss nach dem nämlichen Typus geformt, so dass, wenn man lediglich letzteres vor sich hat, es zweifelhaft bleiben kann, ob man es letzterer Gattung oder einem Lepidotus zuzuschreiben hat.

Was nun insbesondere die grossen Zähne von Sphaerodus gigas, die häufig beisammen mit den grossen Schuppen des Lepidotus maximus liegen, anbelangt, so weist ein solches Zusammenvorkommen wohl unbestreitbar darauf hin, dass diese Zähne und Schuppen einer und derselben Art von Lepidotus zuständig sind.

VII. Plesiodus *Wagn.*

Tab. 7. Fig. 1—2.

Aus der Häberlein'schen Sammlung sind in die hiesige mehrere Bruchstücke eines grossen Schädels übergegangen, der nach der Gesteinsbeschaffenheit wahrscheinlich von Daiting herstammt. Die Mehrzahl dieser Fragmente liess sich hier leicht und sicher zusammensetzen, da sie vollkommen ineinander passten; nur eine grosse Zahnplatte und

mehrere einzelne Schuppen konnten nicht angeschlossen werden und blieben daher isolirt.

Ich beginne mit der Beschreibung der *Zahnplatte*, da diese den sichersten Fingerzeig zur Orientirung über die systematische Stellung des Thieres, von dem die vorliegenden Reste herrühren, abgibt. Sie ist, wie erwähnt, vom übrigen Schädel abgebrochen und einer dicken Knochenplatte aufgedrückt, welche zur untern Fortsetzung der Seitenwandung des Schädels gehört. Die Zahnplatte selbst ist auf allen Seiten defekt und durch zwei Bruchrisse in einen mittlern Theil und zwei Seitentheile gesondert, die aber noch zusammenhängen. Auf dem Mitteltheil der Vomeralplatte sieht man die Zähne in regelmässige Quer- und Längsreihen vertheilt und zwar in der Weise, dass, von vorn nach hinten gerechnet, zuerst 3 Querreihen mit je einem Paar Zähne hinter einander folgen; die vierte Querreihe weist 3, die fünfte nur 2 und die sechste wieder 3 Zähne auf, von denen die letzteren etwas verrückt worden sind. Dass aber keine dieser Querreihen vollzählig ist, lässt sich schon daraus schliessen, dass neben ihnen die Knochenmasse abgerissen ist, und dass neben der hintersten Reihe noch ein umgestürzt liegender Zahn zum Vorschein kommt. Man darf also wohl annehmen, dass der Mitteltheil wenigstens mit 4 Längsreihen von Zähnen besetzt war. Von den annoch erhaltenen Zähnen sind die vordersten die kleinsten und nehmen allmählig nach hinten an Grösse zu. Das erste Paar derselben ist oval-kegelförmig mit bauchig gewölbter Spitze; eben so gestaltet ist der linke Zahn des zweiten Paares, während der rechte bereits wie beim dritten Paare oben flach gewölbt ist und nur auf der Mitte ein höchst feines Spitzchen zeigt. Die folgenden Zähne sind anfänglich mehr oval, die hintern mehr rundlich im Umfange, alle flach sphäroidisch gewölbt und vollkommen glatt. Der grösste Zahn erreicht noch nicht ganz einen Durchmesser von 4 Linien. An dem verkehrt liegenden hintersten Zahn sieht man, dass seine weite Aushöhlung nur von einer dünnen Schmelzlage überwölbt ist.

Weit mehr Zähne sind auf dem rechten Seitentheil aufbewahrt und zwar ebenfalls in Querreihen mit je 4 Zähnen, die also 4 Längsreihen, jede mit 7 bis 9 Zähnen ausmachen; die äussere und die dieser zunächst liegende Längsreihe bildet eine Bogenlinie. Auch bei dieser Abtheilung sind die vordern Zähne kleiner als die hintern, dabei viel schmäler als die folgenden und bauchig zugespitzt. Von dieser schmalen, bauchig zugespitzten Form bleiben fast sämmtliche Zähne des Aussenrandes, während die des Innenrandes sich schnell verflachen, am raschesten an Grösse zunehmen und eine flache oval-sphäroidische Gestalt annehmen. Alle Zähne sind vollkommen glatt und stehen an Grösse denen der Mittelplatte nach. — Vom linken Seitentheil sind nur noch 2 flache ovale Zähne übrig geblieben.

Aus der Form und Anordnung der eben beschriebenen Zähne ist ersichtlich, dass sie im Allgemeinen nach einem Typus geformt sind, wie er in dem Gaumengebisse des Lepidotus und des sogenannten Sphaerodus auftritt, wenngleich die schmal zusammengedrückte Form der stumpfspitzigen Seitenzähne auf einen generischen Unterschied hinzudeuten scheint.

Den Hauptüberrest unseres Exemplares macht die Steinplatte aus, welche die obere Hälfte des *Schädels* enthält; die untere ist schon vom Oberkiefer an abgebrochen und es fehlt demnach dem Kopfe ein ansehnlicher Theil seiner Höhe. Am vordern Ende des untern Bauchrandes sieht man noch 2 rückwärts geworfene stumpfspitzige Zähne, und dahinter, aber auf der Unterseite des Abbruches, nimmt man noch 2 andere wahr, die der von dem äussern Schädeltheil überdeckten Gaumenplatte ansitzen, von welcher die vorhin beschriebene Platte (fig. 2) die Fortsetzung gewesen ist.

Zunächst fällt uns unverkennbar die grosse Augenhöhle auf, umgeben von einem aus Platten zusammengesetzten Ringe, dem jedoch der Vordertheil fehlt. Die drei obern Orbitalplatten tragen auf einer glatten Oberfläche unregelmässige Höcker; diese hintern Platten sind nicht bloss

mit Höckern, sondern auch mit wulstigen Falten besetzt. Oberhalb der Augenhöhle folgen Lücken oder ganz abgewetzte Knochenstücke; erst mit der obersten Platte (f) wird wieder ein besserer Anhaltspunkt gewonnen. Diese Platte ist gewaltsam aus ihrer natürlichen Verbindung losgerissen worden und an allen ihren Rändern beschädigt, mit Ausnahme des hintern, der nur wenig oder nichts gelitten hat und glatt und etwas abgerundet ist. Wie alle folgenden Platten ist auch diese ungemein dick; dabei ist sie flach, mit zahlreichen kleinen Körnern besetzt und scheint, abgesehen von zufälligen Rissen, nur aus einem einzigen ungetheilten Stück zu bestehen. Nach ihrer Lage und Verflachung wird diese Platte die miteinander verschmolzenen Stirn- und Scheitelbeine darstellen.

Zwischen dem Hinterrande des Orbitalringes und dem Anfange der Schuppenreihen folgen nun 4 Platten (a bis d), die sämmtlich sehr dick sind, dabei von einem innern Punkte aus strahlenartig, aber unregelmässig, gefaltet und auf diesen Falten mehr oder minder granulirt sind. Ihre richtige Deutung ist sehr schwierig.

Am mindesten zweifelhaft bin ich über die oberste vordere Platte (a); man wird sie für einen der Zwischenknochen nehmen dürfen, wie sie in verschiedener Form und Zahl in dieser Region vorzukommen pflegen. Eben so kann es keine Bedenklichkeit haben, wenn die darunter und zugleich unmittelbar hinter dem Orbitalringe liegende Platte (b) für einen Theil des Kiemendeckel-Apparates erkläre, wobei es sich nur fragt, für welchen? Vergleichen wir zunächst die mit unserem Exemplare verwandten Gattungen Lepidotus und Dapedius nebst Aechmodus, so ist schon im Vorhergehenden darauf aufmerksam gemacht worden, dass bei denselben dem Hinterrande des Orbitalringes unmittelbar der Kiemendeckel angefügt ist und zwar in der Weise, dass bei Lepidotus der Vordeckel (Praeoperculum) frei vorliegt und dann erst der Deckel (Operculum) nachfolgt, während bei den andern Gattungen der aufsteigende Theil des Vordeckels durch die übergreifenden Hinterränder des

Orbitalringes verdeckt ist und diese also mit dem Operculum direct zusammen grenzen. Dieser letztere Fall tritt nun an unserem Exemplare in gleicher Weise ein: Die Platte b schliesst sich nicht nur unmittelbar dem Orbitalringe an, sondern sie wird auch am Vorderrande von den beiden untersten Platten desselben überlagert. Die Platte b ist demnach das Operculum, dessen Vordeckel verdeckt ist. Eine feine gerade Querfurche in der Nähe des Bauchrandes scheint die Grenze zwischen Deckel und Unterdeckel zu bezeichnen.

Unmittelbar hinter dem Kiemendeckel und der obern Zwischenplatte (a), und genau deren Conturen folgend, legt sich eine grosse keulenförmige Platte (c) an, der in der unteren Hälfte des Hinterrandes eine zweite, mehr schildförmige (d) angefügt ist, während ihr in der oberen Hälfte 3 kleinere Platten aufgelegt sind. Diese beiden grossen Platten, die in gleicher Weise wie die andern strahlenartig gefaltet und granulirt sind, sind es nun, welche etwas sehr Befremdendes haben, da eine ähnliche Bildung weder bei den übrigen Lepidoiden, noch sonst bei den fossilen Ganoiden vorkommt. Da der Hinterrand des Kiemendeckels die Grenze des Schädels ausmacht, da ferner dieser Deckel durch eine tiefe Furche von der Platte c geschieden und also die freie Beweglichkeit ihm ermöglicht ist, so können die beiden Platten c und d nicht mehr dem Kiemendeckel-Apparate, wie es auf den ersten Anblick scheinen möchte, angehören, sondern sie machen den Anfang einer eigenthümlichen Bepanzerung des *Rumpfes,* wenigstens des oberen Anfangstheiles desselben aus. Diess beweist ferner der Umstand, dass hinter den beiden grossen Platten weit kleinere nachfolgen, die allmählig den Uebergang in die eigentlichen Schuppen vermitteln. Man sieht nämlich auf der obern Hälfte des Hinterrandes der keulenförmigen Platte 3 weit kleinere rhomboidale Platten aufliegen, die ebenfalls gefaltet und granulirt sind. Hinter dieser ersten Querreihe folgen 2 andere, jede nur mit 2 Platten, die kleiner und nur noch granulirt sind. Hinter der Platte d zeigt sich ein leerer Zwischenraum, dessen Glätte und Spuren

von Eindrücken aber zu erkennen geben, dass auch er mit ähnlichen kleineren Platten besetzt gewesen sein mochte. Hinter diesem Raume folgt eine fragmentarische, etwas gewölbte und granulirte, aber ihrer Oberfläche beraubte Platte (e), auf welche sich die erste eigentliche Schuppe auflegt. Diese ruht mit ihrem Vorderrande auf der zweiten; von der dritten ist nur der Eindruck vorhanden, über welchem die vierte Schuppe folgt, die durch eine Lücke von $1\frac{1}{2}$ Zoll von den vorderen getrennt ist und an Grösse die beiden andern in derselben Querreihe übertrifft.

Ausser den *Schuppen*, welche der Steinplatte aufliegen, sind auch noch mehrere isolirte vorhanden, die alle in Form und Grösse miteinander übereinkommen. Sie haben eine schief rhombische Form, sind in ihrer Mitte ausserordentlich dick, was durch eine ovale Anschwellung des Mitteltheils der Unterfläche veranlasst wird, und schärfen sich an ihren Rändern zu. Ihr Vorderrand ist etwas concav und längs der Mitte ausgehöhlt; sein unteres Ende spitzt sich zu. Die Schmelzplatte, welche der Oberfläche der Schuppe aufliegt, ist ebenfalls rhombisch und die obere Ecke des Hinterrandes in einen Stachel ausgezogen, der jedoch die Unterlage nicht überragt. Ihre Oberfläche ist glänzend saftbraun, in der etwas ausgehöhlten Mitte mit einem matten bläulichweissen Anfluge, überdiess mit vielen kleinen Körnern bedeckt, deren abgeriebene Spitzen ebenfalls weiss sind. Alle diese Schuppen zeigen keine Gelenkfortsätze, wie sie bei Lepidotus und Dapedius vorkommen, was freilich davon herrühren könnte, dass man von ihnen nur die vordersten kennt, die in der Regel mangelhafter ausgebildet sind, als die nachfolgenden.

Fassen wir jetzt in der Kürze die wesentlichsten Merkmale für diesen neuen Typus zusammen, so bestehen sie in Folgendem. Der ganze Schädel ist mit sehr dicken Platten belegt, die sämmtlich mit Körnern besetzt und die meisten überdiess von strahlenartig sich vertheilenden Falten durchzogen sind. Der Augenring besteht aus einer einfachen Reihe

von Platten, die mit ihren Rändern unmittelbar auf dem Kiemendeckel (Operculum) aufliegen und dadurch den aufsteigenden Ast des Vordeckels ganz verdecken. Am Anfange der Seitentheile des Rumpfes, unmittelbar hinter dem Kiemendeckel, liegen zwei grosse Platten, hinter denen kleinere folgen, die allmählig in ächte Schuppen übergehen. Letztere sind sehr dick, mit feinen Körnern besetzt, in der Mitte etwas ausgehöhlt und die obere Ecke des Hinterrandes in einen Stachel ausgezogen. Das Gebiss ist im Allgemeinen von gleicher Norm mit dem von Lepidotus und Sphaerodus, aber doch mit eigenthümlichen Modifikationen. — Durch die Form des Augenringes und dessen Verdeckung des Vordeckels, sowie durch die Granulirung und Fältelung sämmtlicher Kopfplatten nähert sich dieser neue Typus am meisten den Gattungen Dapedius und Aechmodus, während er nach dem Zahnbaue sich am nächsten an Lepidotus anschliesst, von allen dreien aber schon in Bezug auf die Bepanzerung des Vorderrumpfes und der eigenthümlichen Schuppenbildung verschieden ist. Nach der Aehnlichkeit seines Gebisses mit dem von Sphaerodus habe ich ihm den Namen *Plesiodus* (πλησίος verwandt; ὀδούς, Zahn) beigelegt.

1. Pl. pustulosus *Wagn.*

Ausser den aus der Häberlein'schen Sammlung herrührenden und von einem und demselben Individuum abstammenden Ueberresten liegt nur noch eine einzelne Schuppe in der Münster'schen Sammlung vor, die Münster von Solenhofen erhielt und fragweise einem Lepidotus zuschrieb. Sie stimmt so vollkommen mit den Schuppen des Häberlein'schen Exemplares überein, dass man meinen sollte, sie stamme gleichfalls von denselben her. Dieser Pl. pustulosus war jedenfalls ein ansehnlicher Fisch, der eine Länge von mehr als zwei Fuss erreichen mochte.

VIII. Scrobodus *Münst.*

Zu den vielen Seltenheiten, die durch *Münster*[1] entdeckt und bekannt gemacht wurden, gehört auch das Fischchen, welches er von Solenhofen erhielt und mit dem Namen *Scrobodus subovatus* bezeichnete; es existirt bis jetzt nur in einem einzigen Exemplare.

Nach der Gestalt und Beschuppung lässt sich dieses Fischchen mit einem kleinen Pholidophorus oder einem zwerghaften Lepidotus vergleichen. Der Körper ist nämlich länglich-oval und der ganze Rumpf ist bedeckt mit lauter regelmässigen Reihen von kleinen, glänzenden, glatten rhomboidalen Schuppen, die in der vordern Leibeshälfte höher als lang, in der hintern fast gleichseitig sind. Es sind noch alle Flossen vorhanden; die Schwanzflosse ist ziemlich tief gespalten, die Rückenflosse steht nicht direkt der Bauchflosse gegenüber, sondern ist mehr zurückgesetzt, also mehr dem Zwischenraume zwischen Bauch- und Afterflosse entgegengestellt. Der Kopf ist kurz und abgerundet; die Mundspalte kurz, der Unterkiefer breit, halb oval und innen ausgehöhlt. Letzterer ist weit abgerückt vom Oberkiefer und hat dadurch eine Lage erhalten, dass man einen grossen Theil seiner innern Fläche mit dem Zahnbesatze wahrnehmen kann. Auf dem Rande der beiden Unterkieferäste sieht man erstlich eine Reihe sehr kleiner, spitzköpfiger Zähne. Dann folgen auf der innern Mundfläche, wahrscheinlich bloss der linken Unterkiefer-Hälfte angehörig, 3 Reihen von Zähnchen, wovon die der mittlern Reihe die kleinsten, die der innersten die grössten Zähne sind. Die kleinern sind im Allgemeinen spitzköpfig, die grössern rundlich oval, abgeplattet und zeigen eine seichte Aushöhlung, deren Wandung fein gefurcht ist, wodurch sie Aehnlichkeit mit Gyrodus-Zähnen erlangen. Der Oberkiefer lässt nur die äussere Reihe kleiner Zähnchen wahrnehmen. — Die Länge dieses Exemplares beträgt bis zur Spaltung der Schwanzflosse

---

1) Beitr. z. Petrefaktenk. V S. 55, tab. 1, fig. 4.

3″ 2‴, bis zum Ende der letzteren 3″ 9‴, die Höhe des Rumpfes 1″ 2‴.

Bezüglich der systematischen Stellung dieser Gattung äusserte sich Münster nur dahin, dass sie den Uebergang von der Familie der Lepidoiden zu den Pycnodonten bilde; Agassiz aber reihte sie geradezu bei letzteren ein. Gegen eine solche Zusammenstellung spricht jedoch ganz entschieden der Habitus, die Art der Beschuppung und die Flossenstellung. Schon die spindelförmige Leibesgestalt des Scrobodus spricht nicht zu Gunsten der Pycnodonten; eben so wenig die Stellung und Form der Rücken- und Afterflosse, welche nicht die eines Reiffisches, sondern die eines Lepidotus ist. Was aber die Hauptsache, die Schuppen sind nicht an Reife geheftet, d. h. ihre Schuppen bilden nicht am Hinterrande erhöhte Leisten, die durch Zusammenstossen Reife veranlassen, die von oben nach unten mit vorwärts gewendeter Concavität verlaufen, sondern die Schuppen sind am hintern Rande vollkommen frei wie bei einem Lepidotus oder Pholidophorus und ihre von oben nach unten verlaufenden Querreihen wenden sich rückwärts wie bei letzteren. Was die Verweisung des Scrobodus an die Pycnodonten früherhin allein rechtfertigen konnte, war der Umstand, dass im Unterkiefer die Zähne mehrreihig stehen. Nachdem aber jetzt von Lepidotus das gleiche Verhalten dargethan ist, fällt der einzige Grund zu Gunsten der früheren Ansicht hinweg. Der Scrobodus ist demnach ein zwerghafter Lepidotus, dessen generische Absonderung von letzterem nur darauf sich stützen kann, dass man bisher aus dem Unterkiefer des Lepidotus bloss glatte Zähne mit convexen Köpfchen kennt, während Scrobodus neben solchen auch ausgehöhlte und gefurchte aufzuweisen hat.

III. Familie.

SAUROIDEI. SAUROIDEN.

Gestalt gestreckt, Zähne kegelförmig, spitz und in einfacher Reihe auf den Kiefern; Flossen in der Regel mit Schindeln besetzt; die nackte

Rückensaite von getrennten Halbwirbeln oder ringförmigen Hohlwirbeln umgeben.

Wie ich bereits der Familie der Lepidoiden von Agassiz eine andere Begrenzung anweisen musste, so gilt das Nämliche auch von der der Sauroiden. Das Hauptmerkmal zur sichern Auseinanderhaltung beider Familien liegt in der Beschaffenheit des Zahnbaues. Die Lepidoiden haben in den Kiefern mehrere Reihen walziger, am Ende kurz zugespitzter oder halbkugelig zugerundeter Zähne aufzuweisen, während die Gaumenplatte mit sphäroidischen Zähnen besetzt ist, die zugleich die grössten des ganzen Gebisses sind. Bei den Sauroiden dagegen zeigt sich auf den Kiefern nur eine einfache Reihe von kegelförmigen spitzen Zähnen; von einem Zahnbesatz des Gaumens ist bisher bei den fossilen Exemplaren nichts bekannt geworden, woraus man wenigstens schliessen darf, dass jedenfalls grössere sphäroidische Zähne niemals zuständig waren, weil bei der Häufigkeit der Sauroiden solche sich sicherlich vorgefunden hätten.

Die Sauroiden machen unter allen Ganoiden die einzige Familie aus, die noch in der Jetztzeit in unsern Gewässern vertreten ist, nämlich durch die beiden Gattungen Lepidosteus und Polypterus. An diesen Gattungen können wir uns nun genau orientiren über den Zahnbesatz der Mundhöhle, und es wird uns dann klar werden, warum uns bisher das Innere derselben bei den fossilen Gattungen als zahnlos erschienen ist. Bei Lepidosteus wie bei Polypterus trägt nämlich der Aussenrand des Zwischen-, Ober- und Unterkiefers eine einfache Reihe grösserer kegelförmiger spitziger Zähne, die in einer gemeinsamen Alveolen-Furche enthalten sind. Einwärts von dieser einfachen Reihe finden sich aber ferner im Unter- wie im Oberkiefer, sowie fast auf allen Theilen, welche die innere Mundhöhle zusammensetzen, weit kleinere, bürstenförmige Zähne, oder auch nur winzige Spitzen, theils in Gruppen vereinigt, theils mehr reihenweise gestellt, die nicht mehr in Alveolen, sondern nur an der Oberfläche der Knochen haften. Dass solche Zähn-

chen bei der Maceration verloren gehen und nur die grossen Zähne des Aussenrandes der Kiefer sich erhalten, versteht sich von selbst; daher erscheint uns jetzt bei den fossilen Sauroiden die innere Mundhöhle als zahnlos. Wir würden in derselben auch vergeblich nach Pflasterzähnen, wie sie Lepidotus hat, suchen, weil dagegen die Analogie der beiden lebenden Gattungen entschieden spricht.

Nachdem ich nunmehr die grosse Verschiedenheit im Zahnsysteme der Lepidoiden und Sauroiden auseinander gesetzt habe, rechtfertigen sich von selbst die Umstellungen, die ich innerhalb der letzteren Familie, im Sinne von Agassiz gefasst, vorgenommen habe. Zuerst musste ich aus der Gruppe der homocerken Sauroiden — denn nur von diesen handelt es sich hier — die Gattungen Caturus, Thrissops, Thrissonotus, Leptolepis und Megalurus entfernen, weil diese, obwohl mit dem Gebisse der Sauroiden versehen, doch nicht zu den Rauten-, sondern zu den Scheibenschuppern gehören. Dagegen musste ich von den Lepidoiden die Gattungen Pholidophorus, Ophiopsis, Notagogus und Propterus abtrennen und sie bei den Sauroiden einreihen, weil sie nicht das Gebiss jener Familie, sondern dieser aufzuzeigen haben.

Die Sauroiden des lithographischen Schiefers lassen sich in 3 Gruppen abtheilen: a) Rückenflosse ungewöhnlich lang, mitunter doppelt; b) Rückenflosse gewöhnlich; c) Rückenflosse gewöhnlich; Kiefer schnabelartig verlängert und zugespitzt [1].

†) Rückenflosse ungewöhnlich lang, mitunter doppelt, Kopf keilförmig zugespitzt; — *Macrosemii.*

Eine sehr ausgezeichnete Gruppe, sowohl durch die sehr lange,

---

1) Ich hatte früher die 3. Gruppe als eigene Familie Aspidorhynchi von den übrigen Sauroiden geschieden; ich habe jedoch jetzt diese Trennung als unnöthig aufgegeben.

mitunter doppelte Rückenflosse, die fast den ganzen Rücken einnimmt, als auch durch den stark zugespitzten Kopf, den langen geraden dünnen Unterkiefer der mit der ziemlich stark convexen Profillinie des Schädels vorn einen langgezogenen spitzen Winkel bildet, sowie durch die verhältnissmässig langen, geraden, zugespitzten Zähne, die in einfacher Reihe dichtgedrängt den Ober- und Unterkiefer besetzen. Die nackte Rückensaite ist nur mit kurzen, ganz getrennten Halbwirbeln besetzt.

IX. Propterus *Ag.*

Sehr markirt durch die beiden Rückenflossen, die fast bis zum Anfang der Schwanzflosse reichen, und wovon die ersten Strahlen in der vordern sehr lang und sichelförmig sind; die Schwanzflosse ist tief gespalten mit sehr langen Seitenlappen. Schwanzflosse, sowie Rücken- und Afterflosse sind mit Schindeln besetzt; letztere ebenfalls stark entwickelt. Das Rückgrath zeigt nur eine nackte Rückensaite mit Spuren von Halbwirbeln, auf denen die Dornfortsätze aufsitzen. In meiner frühern Arbeit[1] hatte ich 3 Arten angenommen, nämlich Pr. speciosus, microstomus und gracilis. Vermehrtes Material hat mich belehrt, dass die beiden letzteren zusammengehörig sind; dagegen habe ich eine neue Art als Pr. elongatus beigefügt. Ich bin aber in der Erweiterung dieser Gattung noch weiter gegangen, indem ich ihr auch die beiden Arten, die Agassiz aus den lithographischen Schiefern zu *Notagogus* gestellt hatte, nämlich N. Zieteni und N. denticulatus, an Propterus verwiesen habe. Bekanntlich weiss Agassiz zwischen beiden Gattungen keinen andern Unterschied zu ziehen, als den, dass bei Propterus die ersten Strahlen der vordern Rückenflosse sehr lang sind, was dagegen

---

1) Abh. d. Münchn. Akad. VI S. 66. — Der von Münster angeführte Pr. serratus ist mir unbekannt.

bei Notagogus nicht der Fall ist. Ich bin jedoch jetzt überzeugt, dass dieser Unterschied nur auf dem Erhaltungszustande der Rückenflossen beruht. Sehr häufig sind nämlich diese an ihrem obern Ende verstümmelt und erlangen erst dadurch die Merkmale von Notagogus. In meiner früheren Abhandlung hatte ich gemeint, zwischen beiden Gattungen eine Differenz darin zu finden, dass Propterus eine tief ausgeschnittene Schwanzflosse, Notagogus dagegen eine fast ausgefüllte besitzt; allein auch diese Unterscheidung hat sich jetzt als unrichtig herausgestellt, denn beide haben einen Gabelschwanz.

So habe ich nunmehr die beiden, aus dem lithographischen Schiefer herrührenden Arten von Notagogus mit Propterus vereinigt, während umgekehrt *Thiollière* bei Cirin nur Arten von ersterer Gattung gefunden haben will. Auch die 5 Exemplare, die ich von letzterem Fundorte erhielt, würden nach dem Zustande ihrer Rückenflossen nur zu Notagogus zu zählen sein; da ich jedoch diese Flossen nicht für vollständig annehmen kann, so stelle ich auch diese Exemplare zu Propterus. Die Gattung Notagogus, die ohnediess mit ersterer im Habitus in allen anderen Stücken übereinstimmt, fällt daher bei mir ganz aus; ich will sie nur noch bis zur definitiven Erledigung dieses Streitpunktes als Unterabtheilung einstweilen beibehalten.

a) Die vordern Strahlen der ersten Rückenflosse sehr lang. — *Propterus Ag.*

1. Pr. speciosus *Wagn.*

Wagn. in Münchn. Abh. Bd. VI S. 67 tab. 4 fig. 1.

Diese ausgezeichnete Art konnte ich früherhin nur auf ein beschädigtes Exemplar begründen; aus der Eichstädter Sammlung ist uns jetzt ein vollständiges in einer Doppelplatte zugekommen. Die Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt 4″ 6‴; die grösste Rumpfbreite 1″ 6‴. An diesem Exemplare sieht man, dass die Strahlen der ersten Rückenflosse nur sehr langsam an Grösse abnehmen. Man kann

in der ersten Rückenflosse 13 und in der zweiten 12 Strahlen zählen; ausserdem noch einige kleinere vor der ersten. Die Schwanzflosse hat sehr lange Lappen; auch die Afterflosse ist sehr entwickelt.

2. Pr. elongatus *Wagn.*

Beruht auf einem sehr vollständigen, wenngleich aller seiner Schuppen beraubten Exemplare, das von Eichstädt stammt. Es kommt im Wesentlichen mit Pr. speciosus überein, ist aber merklich schmächtiger, denn bei einer Länge von 4″ 3‴ ist das Maximum der Breite in der Vorderhälfte nur 1″ 3‴, was nach hinten viel schneller abnimmt, als bei Pr. speciosus, so dass der Pr. elongatus ein weit schlankeres Ansehen hat, als eben genannte Art. Die beiden Rückenflossen haben die gleiche Anzahl von Strahlen, wie bei jener Species.

3. Pr. microstomus *Ag.*

Ag. II. p. 296 tab. 50 fig. 6 bis 8. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI. S. 66. — *Propterus gracilis. Wagn.* a. a. O. — *Notagogus Zieteni.* Ag. II. p. 293 tab. 49 fig. 1. — *Wagn.* a. a. O. S. 65.

Ein vollständiges Exemplar von Eichstädt darf ich ohne Bedenken zu Pr. microstomus stellen; die tief gespaltene Schwanzflosse zeigt, dass diese Form durchaus allen Arten von Propterus zuständig ist. Gedachtes Exemplar ist bis zur Mitte der Schwanzflosse 3″ lang und 1″ breit; der grösste Strahl in der ersten Rückenflosse ist 1″ 1‴ lang. Die Schuppen sind im hintern Theil rhombisch, im vordern mehr länglich und am hintern Rande fein gezähnelt. — Mit diesem Pr. microstomus muss ich nunmehr wieder verbinden das Exemplar, welches ich als *Pr. gracilis* davon geschieden hatte. Ebenso kann ich in dem Exemplare, auf welchem der *Notagogus Zieteni Ag.* beruht, nichts weiter als ein defektes Exemplar von Pr. microstomus erkennen.

Var. a. Pr. gracilis Wagn. Während ich, wie eben angeführt, das

Exemplar, nach welchem ich den Pr. gracilis aufstellte, jetzt an Pr. microstomus verweisen muss, habe ich dagegen jenen Namen für 2 andere Exemplare, die mir erst neuerdings von Solenhofen zugekommen sind, beibehalten, indess betrachte ich sie doch nur als eine Varietät von Pr. microstomus. Das eine dieser Exemplare ist eine Doppelplatte, die fast die ganze Beschuppung aufbewahrt hat. Die erste Rückenflosse ist ganz weggerissen, dagegen die zweite gut erhalten; ebenso ist vollständig der grosse tief gespaltene Schwanz und die ansehnliche Afterflosse. Die Länge ist 3″, die grösste Breite 8‴. Bei gleicher Länge mit Pr. microstomus ist durchgängig der Rumpf schmächtiger und schlanker; an den Schuppen habe ich nur Spuren von einer Zähnelung wahrgenommen. — Das zweite Exemplar ist nur 2″ 2‴ lang und zeigt noch die beiden Rückenflossen auf. — Das dritte Exemplar von Eichstädt hält in der Grösse das Mittel zwischen den beiden andern.

β) Die vordern Strahlen der ersten Rückenflosse anscheinend kaum verlängert. — *Notagogus Ag.*

4. Pr. denticulatus *Ag.*

Notagogus denticulatus. Ag. II p. 294 tab. 50 fig. 1 bis 5. — *Wagn.* Münchn. Abhandl. VI S. 65. — *N. Imi montis. Thioll.* ann. de Lyon III, 1 p. 10.

Nachdem ich mich jetzt überzeugt habe, dass auch bei dieser Art die Schwanzflosse gabelförmig ist, und der Umstand, dass die vordern Strahlen der ersten Rückenflosse nicht verlängert sind, wohl nur von ihrer Verstümmlung herrührt, fällt jetzt jeder Grund weg, sie noch länger bei Notagogus zu belassen. Die Aehnlichkeit mit Pr. microstomus ist sogar so gross, dass man sie von letzterem nur dadurch unterscheiden kann, dass bei Pr. denticulatus der Hinterleib weit schmächtiger ausläuft, als bei jenem. Von seinem N. Imi montis von Cirin erklärt Thiollière selbst, dass er dem N. denticulatus ähnlich sei.

X. Macrosemius *Ag.*

Agassiz kannte von dieser Gattung, die von allen verwandten Formen sich schon gleich durch ihren fächerförmigen Schwanz unterscheidet, aus dem lithographischen Schiefer nur eine einzige Art, die er *M. rostratus* benannte. Die Münster'sche Sammlung brachte uns noch eine zweite Art, der ich den Namen *M. latiusculus* gab. Einen neuen Zuwachs lieferte die herzogl. Leuchtenberg'sche Sammlung mit einem Exemplare von M. rostratus von Eichstädt. Noch ansehnlicher war die Vermehrung durch den Ankauf der Häberlein'schen, die uns zwei Doppelplatten von letzterer Art und ein Fragment von einer grossen, neuen Species, von mir als *M. insignis* bezeichnet, zuführte. Mit Hilfe dieses Zuwachses bin ich nunmehr in den Stand gesetzt, zur Charakteristik der Gattung noch einige Merkmale zuzufügen, die Agassiz an den ihm vorliegenden Exemplaren nicht wahrnehmen konnte.

Die ganze Beschuppung besteht aus rhombischen Schmelzplatten, von denen jedoch die in der grösseren hintern Hälfte des Rückens, oberhalb der Wirbelsäule, weit kleiner und daher zahlreicher, als die des übrigen Rumpfes sind. Ferner habe ich an dem Eichstädter Exemplare des M. rostratus eine auffallende Eigenthümlichkeit erkannt, dass zwischen der Afterflosse und dem untern Rande der Schwanzflosse vier grosse, gewölbte, zugespitzte Schuppen hintereinander liegen. Eindrücke von diesen grossen Schuppen sind auch auf den beiden andern Exemplaren von M. rostratus vorhanden, doch zu undeutlich, als dass sie Agassiz hätte erkennen können. Beide Merkmale hatte Thiollière benützt, um seine neue Gattung *Disticholepis* von Macrosemius zu unterscheiden; eine Unterscheidung, die demnach nach diesen Beziehungen nicht mehr haltbar ist. Es bleiben ihm daher zur Begründung seiner neuen Gattung nur noch die beiden andern Merkmale übrig, dass bei Disticholepis die Hinterseite der Strahlen der Rückenflosse mit einer feinen Zähnelung besetzt ist, und dass die hintern Strahlen breiter und mehrmals gespalten sind, was bei Macrosemius nicht der Fall ist.

Ueber die Beschaffenheit der Wirbelsäule lässt sich mit Bestimmtheit sagen, dass sie nicht aus knöchernen Wirbeln besteht; sie muss also eine weiche Rückensaite gewesen sein, ohne dass ermittelt werden konnte, ob sie ganz nackt oder mit knöchernen Halbwirbeln versehen war. Der Schädel ist dadurch ausgezeichnet, dass das Schädeldach stark gewölbt und der Jochbogen mit einer geringeren Convexität langgestreckt nach vorn ausläuft. Der Mund ist sehr klein und mit langen, dünnen, zugespitzten Zähnen besetzt. Die sehr lange Rückenflosse ist mit keinen Schindeln bewaffnet. —

1. M. insignis *Wagn.*
Tab. 2.

Es ist nur ein Fragment von Solenhofen, worauf ich diese neue und grosse Art begründet habe. Der Schädel, wenn auch vielfach beschädigt, zeigt doch wenigstens noch seine hauptsächlichsten Conturen. Die Rückenflosse scheint fast ihre ganze Länge aufbewahrt zu haben; gleich hinter ihr ist die Platte abgebrochen und zwar in schiefer, vorwärts laufender Richtung, so dass auch die Bauchflosse mit abgerissen ist; nur die Brustflosse ist noch übrig geblieben. Auch von der Beschuppung ist noch ein Rest längs der Mitte des Rumpfes vorfindlich.

Die Zähne sind cylindrisch mit stumpf kegelförmiger Zuspitzung; die Schuppen rhombisch mit Längsstreifen und feiner Zähnelung am Hinterrande. Die ausserordentlich lange Rückenflosse wird von 39 Flossenträgern gestützt, denen eben so viel Strahlen in der Flosse selbst entsprechen; ausserdem noch ein kleiner Strahl vor den andern; fast dieselbe Zahl scheint bei M. rostratus vorhanden zu sein. Da der letzte Strahl der Flosse, sowie dessen Träger sehr schwach und klein ist, so wird hiemit wohl die Rückenflosse hinterwärts begrenzt sein. Die Strahlen nehmen nach hinten nur sehr wenig an Breite zu und sind sämmtlich an ihren Spitzen abgebrochen. In ihrem untern Theil sind sie einfach, im obern gegliedert. In der vordern Hälfte, wo noch einige Strahlen eine Länge von 15''' aufbewahrt haben (die längsten nur noch

13‴) sieht man, dass sie sich zuletzt einfach gabeln; in der hintern Hälfte, wo sie an ihrer Länge mehr eingebüsst haben, zeigen sie sich bloss einfach. Wo sie ihre Knochenmasse verloren haben, verläuft längs der Mitte ein feiner Kiel, der durch die Gliederung der Strahlen ebenfalls gegliedert ist.

	M. insignis.	M. rostratus.
Länge des Schädels	2″ 4‴	1″ 5‴
„ der Rückenflosse	4 10	2 10

In der Grösse würde M. insignis am ersten mit *Disticholepis Fourneti Thioll.*[1] stimmen; allein die Zähnelung auf der Hinterseite der Strahlen der Rückenflosse und deren complicirtere Beschaffenheit trennen letztere Art entschieden von der ersteren.

XI. Histionotus *Eg.*

Nach einem einzigen Exemplare aus den englischen Purbeckschichten stellte *Egerton*[2] eine neue Gattung *Histionotus* auf, die er durch folgende Merkmale charakterisirte. Rückenflosse hinter dem Nacken beginnend und bis gegen die Schwanzflosse sich erstreckend, am vordern Strahl mit starken Schindeln bewaffnet, und, nach der Abbildung, von geringer, fast gleichförmiger Höhe. Die Rückenlinie anfangs schnell in die Höhe steigend, dann plötzlich nach hinten abfallend; die Schuppen gleichförmig, gezähnelt und wie bei Pholidophorus eingelenkt.

---

1) *Thiollière's Disticholepis Fourneti* ist jedenfalls eine eigenthümliche Art, die bisher in unsern lithographischen Schiefern nicht gefunden wurde; neuerdings hat er ihr noch eine zweite Art als *D. Dumortieri* beigefügt. Er führt aber auch 2 Arten *Macrosemius* von Cirin an, nämlich *M. rostratus Ag.* und *M. Helenae Th.* Von letzterer Art sagt er, dass sie mit der ersten übereinstimme, doch nur halb so gross sei, nämlich 2″ 2½‴ lang und 8‴ hoch.

2) Memoirs of the geol. survey of the United Kingdom Decade VIII (1855) tab. 5, supplem. p. 1. — Seine Art hat Egerton als *H. angularis* benannt.

Schwanz- und Afterflosse sind nur in Spuren angezeigt; von ersterer vermuthet Egerton, dass sie wie bei Lepidotus, also gabelförmig, gestaltet sein mochte, von letzterer, dass sie sich bis zur Schwanzflosse erstreckt haben dürfte. — Er vergleicht dann seine neue Gattung mit Lepidotus, Ophiopsis, Pholidophorus und Semionotus und weist ihre Differenzen nach, hat aber dabei die Gattung Macrosemius ausser Acht gelassen, die nach der Form der Rückenflosse, des Schädels und der Zähne am allernächsten mit Histionotus verwandt ist und von letzterem nur durch die Ungleichförmigkeit ihrer Beschuppung, den früheren Anfang der Rückenflosse und den Mangel eines Schindelbesatzes an dieser verschieden ist, was allerdings ausreichend ist, um beide Gattungen gesondert zu halten. In der reichen Sammlung des Herrn Gerichtsarztes Oberndorfer in Kelheim habe ich neuerdings 2 Exemplare aufgefunden, welche die Merkmale von Histionotus an sich tragen, und die ich als H. Oberndorferi bezeichne.

1. H. Oberndorferi *Wagn.*

Tab. 3.

Von den eben angeführten Exemplaren ist keines vollständig; den am besten erhaltenen fehlt die Schwanzflosse zugleich mit allen untern Flossen und dem hintern Bauchrande, dem andern geht überdiess auch noch der Schädel ab, der in grosser Vollständigkeit vom ersten vorliegt.

Im äussern Körperumrisse stimmt unsere Art ganz mit H. angularis überein. Der Körper ist ziemlich langgestreckt, dabei aber in seinem Vordertheile merklich breit; der Kopf fällt mit seinem obern stark gewölbten Rande abschüssig nach vorn ab und spitzt sich in einem kurzen Munde zu. Hinter dem Schädel steigt die Rückenlinie ziemlich steil in die Höhe und biegt sich dann in ziemlicher Entfernung von diesem plötzlich um, um in fast gerader Linie allmählig hinterwärts abzufallen. An der Ecke dieser beiden Linien erhebt sich die Rückenflosse und zieht in einer Erstreckung über den ganzen Rücken fort, wie diess ebenfalls bei Histionotus angularis der Fall ist. Was aber bei letzterem nicht

beobachtet wurde, ist bei dem Kelheimer Exemplare die ausserordentliche Länge und die fahnenartige Ausbreitung des ersten langen Strahles der Rückenflosse. Derselbe erreicht nämlich eine Länge von mindestens 2″ 7‴, ist sehr stark, anfangs einfach, spaltet sich dann nach und nach der Länge nach in immer feinere, dabei quergegliederte, Strahlen, die durch eine dünne Membran zusammengehalten werden; auf der Vorderseite ist er dicht mit kurzen, aber starken Schindeln besetzt. Schon der zweite Strahl ist beträchtlich kürzer und schmäler, verästelt sich aber in ähnlicher Weise. An den folgenden Strahlen hat sich ihre Länge nicht erhalten; sie geben sich aber ebenfalls als sehr stark und mehrmals zertheilt zu erkennen.

Die Beschuppung ist über den ganzen Rumpf von grosser Gleichförmigkeit, nur dass die Schuppen hinten allmählig kleiner werden. Sie sind vierseitig, weit höher als lang, am hintern Rande fein gezähnelt und von einem dunkelbraunen Schmelze überzogen; ihre Gelenkung ist wie bei Pholidophorus. Schädel und Zähne verhalten sich ganz so wie bei Macrosemius und Disticholepis. Während ich aber bei diesen die Bildung der Kinnladen nicht vollständig zu erkennen vermochte, lässt sich dieselbe an unserer Art mit aller Deutlichkeit wahrnehmen. Es ist nämlich nur der Unterkiefer und der Zwischenkiefer mit Zähnen besetzt; der an letzteren sich anschliessende Oberkiefer von länglicher, platter, in der Mitte eingezogener, hinten abgerundeter Form ist ganz zahnlos.

Länge des Körpers in gerader Linie mindestens . .	7″	0‴
„ des Schädels	2	2
Grösste Rumpfbreite ohngefähr	2	7
Abstand der Rückenflosse vom Schädel ohngefähr . . .	1	7

Wenn ich absehe von der enormen Länge und der fahnenartigen Ausbreitung des ersten Strahles in der Rückenflosse, so finde ich an unsern Exemplaren von Kelheim all die Merkmale, durch welche sich H. angularis von Macrosemius und Disticholepis unterscheidet, so dass ich nicht zweifle, dass am englischen Exemplare die Rückenflosse eben

so stark verstümmelt wurde, wie diess auch bei unserem zweiten Individuum der Fall ist. Egerton's Vermuthung, dass bei seinem H. angularis die Schwanzflosse gabelförmig und die Afterflosse langgestreckt gewesen sein möchte, ist sicherlich irrig, da die Uebereinstimmung mit Macrosemius zu gross ist, als dass nicht Gleichförmigkeit in der Bildung dieser Flossen erwartet werden dürfte. Uebrigens ist unser H. Oberndorferi dem H. angularis sehr ähnlich, nur merklich grösser. Auch bei Cirin hat Thiollière diese Form aufgefunden und identificirt sie geradezu mit dem H. angularis von Purbeck.

b) Rückenflosse gewöhnlich höchstens die Hälfte des Rückens einnehmend; Kopf vorn abgestumpft.

XII. Ophiopsis *Ag.*

Die wichtigsten Merkmale, durch welche Agassiz diese Gattung charakterisirte, bestehen darin, dass der Leib langgestreckt ist, die Beschuppung fast durchgängig gleichförmig, die Rückenflosse von der Länge des halben Rückens, aber nicht sonderlich hoch, und die Bauchflossen der Mitte der Rückenflosse gegenüber gestellt. Zu dieser Charakteristik habe ich zu bemerken, dass man von der Rückenflosse bisher nur defekte Vorlagen katte; in ihrem vollständigen Zustande, wie ich sie jetzt nach 3 Exemplaren kenne, sind die ersten Strahlen ausserordentlich lang, verkürzen sich aber rasch im weiteren Verlaufe. Die Rücken- wie die Schwanzflosse sind mit Schindeln besetzt; letztere ist mehr oder minder ausgeschnitten und ihr oberer Lappen weithin beschuppt. Brust- und Bauchflossen sind ebenfalls ziemlich gross, die Afterflosse dagegen ziemlich klein. Der Kopf ist kurz und beide Kinnladen mit feinen Zähnen einreihig besetzt. Die Gattung Ophiopsis grenzt sehr nahe an diejenigen Arten von Pholidophorus an, die ebenfalls langstreckig und gleichförmig beschuppt sind; man kann sie jedoch immer dadurch unterscheiden, dass bei letzteren die Rückenflosse kurz ist und erst gegenüber dem Vorderrande der Bauchflosse beginnt, wäh-

rend bei Ophiopsis die Rückenflosse lang ist, so dass sie sowohl mit ihrem vordern als mit ihrem hintern Ende über die Bauchflosse hinausgreift, welch letztere nur dem Mitteltheil der Rückenflosse gegenüber steht.

Agassiz kannte aus unserem lithographischen Schiefer nur 2 Arten: *Oph. Münsteri* und *procera*, denen ich eine dritte als *Oph. serrata* beifügte; jede nur durch ein einziges Exemplar in der hiesigen Sammlung vertreten. Durch die neuen Erwerbungen sind weiter 2 Exemplare, jedes in einer Doppelplatte, hinzugekommen; das eine habe ich als besondere Varietät (*Oph. aequalis*) an *Oph. procera* angereiht, für das andere eine eigene Art, *Oph. intermedia*, errichtet. Ferner muss ich jetzt Münster's *Pholidophorus tenuiserratus* von Pholidophorus getrennt und an Ophiopsis verwiesen werden. Endlich hatte ich in der Sammlung des Herrn Dr. Oberndorfer Gelegenheit, noch 2 Exemplare von Oph. serrata zu sehen, die weit besser als das unserige erhalten sind. Auch von Cirin führt Thiollière 2 Arten auf, wovon er die eine als *Oph. macrodus* benannte. Zu den Beschreibungen der neuen Arten füge ich einige Bemerkungen über die bereits publicirten bei.

1. Oph. Münsteri *Ag.*

Ag. II b p. 289. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 60.

Unter allen Arten die grösste, zugleich aber auch die schlankeste von fast schlangenartiger Form. Von Kelheim.

2. Oph. procera *Ag.*

Ag. II p. 289 tab. 48 fig. 1. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 60.

Kürzer und untersetzter als vorige Art; nach der ganzen Leibesform sehr ähnlich der Oph. serrata, von dieser aber dadurch unterschieden, dass alle Schuppen dicker und am Hinterrande ungezähnelt sind. Von Solenhofen.

3. Oph. serrata *Wagn.*

α) *Var. major. Oph. serrata Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 62.

β) *Var. minor. Pholidophorus tenuiserratus Münst. Ag.* II p. 276 tab. 42 fig. 4; tab. 38 fig. 3?

Von der *Oph. serrata,* die mir anfänglich nur nach einem mangelhaften Individuum bekannt war, habe ich nunmehr in der Sammlung des Herrn Dr. *Oberndorfer* 2 Exemplare vorgefunden, die nicht bloss grösser, sondern auch weit besser erhalten sind, als das unsere, welches von seiner Rückenflosse nur noch den unteren Theil aufbewahrt hat. An den beiden neuen Exemplaren, zumal an dem grösseren, zeigt es sich nun, dass diese Flosse keineswegs im ganzen Verlaufe niedrig bleibt, sondern dass im Gegentheil die ersten Strahlen ungemein lang sind, in der weitern Erstreckung aber bald sich verkürzen. Die Schwanzflosse ist stark ausgeschnitten. Am kleineren dieser beiden Exemplare sind die Schuppen deutlich gezähnelt; am grösseren zeigen sich neben den gezähnelten Schuppen viele fast ungezähnte, wahrscheinlich weil bei letzteren der dünne Hinterrand abgebrochen ist. Die Länge des grössten Exemplares beträgt bis zur Mitte der Schwanzflosse 8″ 7‴, die grösste Rumpfbreite 2″ 2‴, die Länge des ersten langen Strahles der Rückenflosse fast eben so viel.

Mit dem *Pholidophorus tenuiserratus Münst.*, der nach der Länge seiner Rückenflosse zu Ophiopsis gehört, hat es eine eigene Bewandtniss. Die beiden Exemplare der Münster'schen Sammlung nämlich, nach welchen Agassiz die citirten Abbildungen lieferte, fand ich in derselben nicht mehr vor, sie waren aber unter gleichem Namen durch zwei andere, ebenfalls von Kelheim stammende, ersetzt. Indess dieser Umtausch war kein glücklicher, denn wenn auch Münster bessere Exemplare einlegte, so gehörten diese doch nicht mehr zu gleicher Art, sondern ich habe daraus eine neue als *Oph. attenuata* errichtet. Denn abgesehen von Fig. 3 tab. 38, was nur ein hinteres Körperstück darstellt, und daher zur sicheren Bestimmung nicht ausreichend ist, sieht Fig. 4 tab. 42

durch plumpere Gestalt weit eher einer jungen Oph. serrata, als unserer schlanken Oph. attenuata ähnlich. Da mir das Original-Exemplar von Oph. tenuiserrata zur Vergleichung nicht zu Gebote steht, dasselbe aber, wie die Abbildung zeigt, in seinen Conturen sehr beschädigt ist, so erachte ich es nicht für ausreichend, um darauf den Typus einer besondern Art zu begründen, sondern reihe es einstweilen an Oph. serrata an, von der es sich durch geringere Grösse und minder robuste Form unterscheidet, sonst aber ihr sehr ähnlich ist.

4. Oph. attenuata *Wagn.*

Ich stelle diese Art nach 2 schönen Exemplaren auf, von denen ich das grössere als *Var. major,* das andere als *Var. minor* bezeichne.

Die grössere Varietät beruht auf den grösseren von den beiden Exemplaren, die Münster gegen die älteren von Oph. tenuiserrata umtauschte, wobei ich jedoch das kleinere Individuum als zu defekt ganz ausser Acht lasse. Das grössere Exemplar ist, obwohl ihm Kopf nebst Brust- und Bauchflosse fehlen, doch im Uebrigen sehr gut aufbewahrt. Der Körper ist von langstreckiger, jedoch im Vordertheil etwas gewölbter, hinten aber sehr schlanker Form. Die Beschuppung ist höchst gleichförmig, indem fast alle Schuppen gleiche Grösse und Form haben und kleine, in sehr regelmässige Reihen geordnete Rauten darstellen. Sie haben eine starke Schmelzlage, sind glatt und am hintern Rande, der sehr fein gezähnelt ist, schief abgeschnitten; auf der Unterseite haben sie einen deutlichen Kiel, der jedoch nicht in der Mitte, sondern nahe am Hinterrande sich findet. Die Rückenflosse ist ganz vom Typus der Gattung Ophiopsis, nämlich ungewöhnlich hoch und lang, indem sich wenigstens 22 Strahlen zählen lassen. Die vordern sind sehr lang, sichelförmig gekrümmt und dicht aneinander gedrängt; nach rückwärts nehmen sie immer mehr an Höhe ab und stehen weiter auseinander. Der lange Randstrahl ist dicht mit Schindeln besetzt und vor ihm finden sich noch etliche kürzere Strahlen. Die Rückenflosse beginnt schon in

der Mitte zwischen den Brust- und Bauchflossen und endet gegenüber kurz vor der Afterflosse. Die Schwanzflosse ist ziemlich tief gespalten. Die ganze Länge des grösseren Exemplares bis zur Schwanzmitte mochte 6½'' betragen; die grösste Rumpfbreite ist 1'' 6'''; die Rückenflosse ist 1'' 9''' lang und am Vorderrande fast 1½'' hoch. Dieses Exemplar stammt von Kelheim. Durch die gestrecktere Gestalt und insbesondere durch die weit schlankere Form des Hinterleibes unterscheidet sich Oph. attenuata erheblich von Oph. serrata und Oph. tenuiserrata.

Die kleinere Varietät beruht auf dem sehr vollständigen Exemplare, das von Eichstädt stammt, und dem Herrn Hofrath Dr. *Fischer* dahier angehört. Ausser seiner geringeren Grösse und etwas schmächtigeren Form kommt es ganz mit dem grösseren Exemplare überein. Ober- und Unterkiefer sind mit sehr feinen, spitzen Zähnen dicht gedrängt besetzt.

5. Oph. aequalis *Wagn.*

Nach einem, in einer Doppelplatte vorliegenden und sehr wohlerhaltenen Exemplare von Eichstädt aus der ehemaligen herzogl. Leuchtenberg'schen Sammlung habe ich diese Art aufgestellt, die sowohl mit Oph. serrata als mit Oph. attenuata in näherer Beziehung steht. Von beiden unterscheidet sie sich indess schon dadurch, dass sie hinterwärts nur sehr allmählig an Breite abnimmt, indem die Rückenlinie fast gerade abfällt, während sie bei jener im Vordertheil bauchig ist; ausserdem von Oph. serrata noch dadurch, dass sie schmäler und langstreckiger ist, und von Oph. attenuata, dass der Rumpf sich nicht plötzlich verschmälert, sondern ganz allmählig an Breite abnimmt. Mit beiden Arten hat sie noch gemein, dass die Schuppen, wenn sie gut erhalten, ebenfalls einen feingezähnelten Hinterrand zeigen. — Die Rückenflosse hat sich nach ihrer ganzen Länge, nicht aber nach ihrer vollen Höhe erhalten. Am kurzen dicken Schädel ersieht man, dass nicht bloss der Zwischenkiefer, sondern auch der Oberkiefer nebst dem Unterkiefer mit einer Reihe

kleiner, spitzer Zähne besetzt ist. Die ganze Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt 7″, die grösste Rumpfbreite 1″ 8‴; die Länge der Rückenflosse, an der man gegen 30 Strahlen zählt, 2″ 7‴.

6. Oph. intermedia *Wagn.*

Die Doppelplatte, welche mir Veranlassung zur Aufstellung dieser neuen Art gab, stammt aus der Häberlein'schen Sammlung und ist ein im Ganzen wohlerhaltenes Exemplar. An Grösse steht diese Art den andern beträchtlich nach, hat aber deren Habitus. Der Kopf ist kurz und hinten breit, der Leib vorn ziemlich stark und nimmt nur sehr allmählig nach hinten an Breite ab. Die ganze Beschuppung ist erhalten; die Schuppen sind klein, rhombisch, glatt, hinten fein gekerbt und nur wenig höher als lang und über den ganzen Rumpf fast gleich gross, mit Ausnahme des Bauchrandes zwischen den Brust- und Bauchflossen, wo sie allmählig länger als hoch werden. Am stärksten ist die Rückenflosse entwickelt, die gegenüber der Mitte zwischen den Brust- und Bauchflossen beginnt und über der Afterflosse endigt. Leider ist ihre Contur beschädigt; so, wie sie sich jetzt darstellt, erheben sich die vorderen Strahlen weit mehr in die Höhe als die hinteren und das Aufhören der letzteren ist nicht scharf angezeigt. Die Schwanzflosse ist nicht sehr tief ausgeschnitten, in ähnlicher Weise wie bei den andern Arten. — Die Länge bis zur Mitte der Schwanzgabel ist 4″ 7‴, die der Rückenflosse 1″ 4‴, die grösste Rumpfbreite 1″ 1‴. — Ist eine Mittelform zwischen Oph. aequalis und attenuata; von ersterer verschieden durch den gewölbten Rücken, von letzterer durch die gedrängtere Form und die geringere Verschmächtigung der hintern Rumpfhälfte.

7. Oph. altivelis *Wagn.*

Nur mit erheblichen Bedenken kann ich vor der Hand eine neue Art in diesem Exemplare ankündigen, da ihm die ganze Vorderhälfte des Körpers fehlt und von ihm nichts weiter als der Hinterleib, nebst

der Rücken-, Schwanz- und einer Spur der Afterflosse vorliegt, was zur sichern Artbestimmung nicht ausreicht. Am nächsten schliesst sich dieses Exemplar an Oph. attenuata var. major an, unterscheidet sich aber durch die weit längeren ersten Strahlen der Rückenflosse und den minder schmächtigen Hinterleib. Die Länge vom ersten Strahl der Rückenflosse bis zum Anfang der Schwanzflosse beträgt ohngefähr 3″ 4‴. Von Kelheim.

XIII. Pholidophorus *Ag.*

Diese Gattung enthält Arten von mittelmässiger oder geringer Grösse mit mehr oder minder gestreckter Leibesform. Die Schuppen sind rhomboidal mit starkem Schmelzbeleg; auf der Unterseite zeigt jede oben einen vorspringenden Zacken, unten eine Aushöhlung zur Gelenkung mit der nächst höhern und tiefern Schuppe. Von den Flossen erreicht nur die Schwanzflosse eine bedeutende Entwicklung; sie ist tiefgabelig ausgeschnitten, an beiden Aussenrändern dicht gedrängt mit Schindeln besetzt, die Strahlen sind kurz und gerade gegliedert, die äussern spärlich, die innern vielfach gespalten und dadurch in seine Fäden aufgelöst. Die andern Flossen haben eine geringe Grösse und die Rückenflosse steht gegenüber den Bauchflossen; Schindeln sind, ausser denen der Schwanzflosse, wenigstens noch an der Rücken- und Afterflosse vorhanden. Die Kiefer sind kurz und die Mundspalte ist etwas aufwärts gerichtet. Die kleinen, feinen, spitzen Zähne sind selten erhalten, so dass die Kiefer meist ganz zahnlos; an den kleinern Arten sind sie meist deutlicher wahrnehmbar, als an den grössern. Die Beschaffenheit der Rückensäule ist erst neuerdings genau durch *Heckel*[1] erörtert worden, obwohl sie Agassiz bereits für den Ph. Bechei aus dem Lias angegeben hatte. Letzterer sagt nämlich von einem Exemplare

1) Sitzungsberichte der Wiener Akad. Juliheft 1850.

desselben Folgendes: „Ich habe mich überzeugen können, dass die Wirbelkörper nicht vollständig knöchern sind; die verknöcherte Partie ist lediglich auf der Aussenfläche und bildet eine Art Scheide um die Mitte der Wirbel, dergestalt dass die Fragmente der auf dieser Platte verstreuten Wirbelkörper wie Segmente von Cylindern erscheinen." Heckel zeigte nun weiter an einem von Eichstädt stammenden Exemplare der Münster'schen Sammlung, von dem die Wirbelsäule nebst dem Schwanze vollständig erhalten ist[1], dass die weiche Rückensaite von eigenthümlichen hufeisenförmigen Halbwirbeln umgeben ist und zwar in der Weise, dass jeder untere über den ihm gegenüber stehenden oberen noch etwas hinaufgreift. Dadurch entsteht allerdings eine fortlaufende Reihe von Wirbeln, die aber nicht solid, sondern innerlich hohl sind und von denen überdiess jeder aus zwei Stücken, einem obern und einem untern, besteht. Diese Construction der Wirbelsäule kann freilich wegen Gebrechlichkeit solcher Hohlwirbel bei den meisten Exemplaren nicht erkannt werden, doch haben wir neuerdings noch einige erhalten, wo sie sich sehr deutlich darstellt, namentlich an einem kleineren Exemplare von Ph. macrocephalus.

Obwohl von der Gattung Pholidophorus an sehr verschiedenen Punkten der lithographischen Schiefer, bei uns wie bei Nusplingen und Cirin, Ueberreste gefunden werden, so sind sie doch keineswegs so häufig, als gewöhnlich geglaubt wird; selbst die reichen Leuchtenberg'schen und Häberlein'schen Sammlungen haben in dieser Beziehung keine sonderlich beträchtliche Vermehrung des älteren Bestandes des hiesigen Museums herbeigeführt. Agassiz hat von dieser Gattung 15 Arten auf-

---

1) Ausser den beiden genannten Stücken und dem zertrümmerten Schädel fehlt am gedachten Exemplare alles Uebrige vollständig, so dass es nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann. Nach der Grösse schliesst es sich an die grösseren Arten von Pholidophorus; Münster hat es als *Ph. obscurus* etikettirt.

gezählt, worunter 10 von ihm abgebildet, die 5 andern nur kurz charakterisirt sind. Ich habe hiebei bemerklich zu machen, dass ich zwei dieser Arten, nämlich den *Ph. radiopunctatus* und *Ph. maximus*, obwohl sie zu den grössten gehören, und nach der Angabe von Agassiz von Solenhofen stammen, in der hiesigen Sammlung nicht habe auffinden können. Ich muss mich daher begnügen, hinsichtlich dieser beiden Arten lediglich auf die kurzen Angaben von Agassiz zu verweisen und erwähne nur noch, dass sie sich durch den Körnerbesatz ihrer Schuppen sehr auffallend von allen andern, die einen solchen nicht haben, unterscheiden. Den *Ph. tenuiserratus* habe ich zu Ophiopsis, den *Ph. (Nothoromis) laevissimus* zu Pleuropholis verwiesen.

†) Grosse, robuste Arten mit ungleichförmiger Beschuppung.

1. Ph. macrocephalus *Ag.*

a) *Ph. macrocephalus. Ag.* II p. 274, b. 288 tab. 40.
b) *Ph. uraeoides. Ag.* II p. 287, b. 288.
c) *Ph. latus. Ag.* II p. 278 tab. 41.

Nach zahlreichen, mir vorliegenden Exemplaren sehe ich mich genöthigt, 3 Arten gleicher Grösse zu vereinigen, für welche ich keine Merkmale zur Sonderung zu ermitteln vermag. Agassiz gab von ihnen folgende Charakteristik. 1) *Ph. macrocephalus;* Schuppen mit spärlichen (8 bis 10) Streifen, die vom Mittelrande aus hinterwärts verlaufen; Hinterrand glatt und ungezackt. — 2) *Ph. uraeoides;* Schuppen gross, mit divergirenden Strahlen, Hinterrand durch die Streifung etwas ausgezackt. — 3) *Ph. latus,* zeichnet sich auch durch die beträchtliche Breite der vordern Leibeshälfte aus. — Diese von Agassiz angegebenen Differenzen beruhen nur auf verschiedenen Zuständen in der Erhaltung der Exemplare.

Bei guter Erhaltung zeigt diese Art einen kurzen, aber hinten sehr breiten Kopf, dessen Kiefer nach vorn stark convergiren und zugleich

sich sehr zuspitzen. Auch der Rumpf beginnt vorn ansehnlich breit und verschmälert sich nur langsam nach hinterwärts. Von den Flossen zeigt keine eine besondere Grösse. Die Schuppen sind in der vordern Leibeshälfte merklich höher als lang, nehmen aber in der hintern immer mehr an Höhe ab; sie sind von mehr oder minder feinen, rückwärts verlaufenden Streifen durchzogen, die erst am Hinterrande enden und denselben schwach gekerbt erscheinen lassen. Sehr häufig sind die Schuppen abgewetzt oder entblättert, und ihr hinterer Rand nicht selten abgebrochen; die Innenseite ist immer glatt. Nicht oft trifft man diesen Fisch in seiner normalen Gestaltung; am meisten nähert sich dieser noch an der von Agassiz abgebildete *Ph. latus,* wo nur die vordere Rumpfhälfte durch Verdrückung eine übermässige Breite zeigt. Gewöhnlich sind aber die einzelnen Partien, zumal des Kopfes, auseinander gerissen und geben dann dem Fische einen unförmlichen Habitus. Zähne habe ich noch nicht wahrgenommen, ausser einmal im Zwischenkiefer. Zwischen den beiden Arten von Agassiz, dem *Ph. macrocephalus* und *uraeoides,* finde ich keinen andern Unterschied, als dass bei letzterem die Schuppen und daher auch die Streifung besser conservirt ist, als bei ersteren. — Unter allen Arten von Pholidophorus ist diese die grösste und die häufigste, namentlich bei Solenhofen und Eichstädt. Ihre Länge beträgt 10—14″; sinkt die Grösse unter dieses Maass, so haben wir 2 andere Arten vor uns: den *Ph. striolaris Münst.* und den *Ph. Taxis Ag.*

1. a. Ph. striolaris *Münst.*

Ag. II p. 277 tab. 38 fig. 4. — *Ph. Taxis. Ag.* p. 287 b. p. 288.

Schon Agassiz sprach die Vermuthung aus, dass *Ph. striolaris* und *Taxis* zu einer Art gehören möchten, was die vielen Exemplare, die hier von denselben vorliegen, nicht bloss bestätigen, sondern überdiess es noch zur Gewissheit bringen, dass beide wohl nichts weiter als jün-

gere, desshalb kleinere Individuen von Ph. macrocephalus sind, mit welchem sie in allen anderen Stücken vollkommen übereinstimmen. Ihre Grösse schwankt von 6—9″; der Fundort ist der nämliche.

2. Ph. radians *Ag.*

Ag. II p. 287, b. p. 288. — *Caturus intermedius Münst.* Jahrb. 1842 S. 44.

Verwandt mit Ph. macrocephalus unterscheidet Agassiz diese Art dadurch, dass ihre Schuppen, zumal an der Seitenreihe, noch höher sind und ihre Streifen in allen Richtungen, nicht bloss nach hinten, ausstrahlen. Ich füge hinzu, dass ihre Schuppen auf dem Rücken und in der hintern Bauchhälfte merklich kleiner werden, und dass Kopf und Vorderleib schmächtiger sind, als bei ersterer Art. Die Beschuppung ist röthlichbraun oder fahlgelb mit lebhaftem Glanze, meist mit lichterer Einsäumung der Ränder. Nach der Breite oder vielmehr nach dem Grade der Verflachung des Leibes gibt es breitere oder schmälere Formen; so z. B. ist bei zwei Exemplaren, die gleiche Länge von 11″ haben, der Rumpf des einen 2″ 8‴, der des andern 3″ 2‴ breit. — *Münster's Caturus intermedius*, von dem er bloss angibt, dass der Körper schmal und die glatten Schuppen gross sind, gehört ebenfalls hieher; die Beschuppung zeigt sich nur von ihrer Innenseite und ist desshalb glatt. — Die Fundorte des Ph. radians sind Langenaltheim, Solenhofen, Eichstädt, Weltenburg und Kelheim.

††) Mittlere Arten mit sehr hoher, sichelförmiger Rückenflosse.

3. Ph. falcifer *Wagn.*

In der Münster'schen Sammlung fand ich dieses von Kelheim stammende Exemplar als *Caturus ovatus* etikettirt vor. Dieser Gattung kann er jedoch nicht angehören, weder wegen der Art der Beschuppung, noch nach der Richtung der hintern Dornfortsätze. Die Schuppen nämlich, die sich fast durchgängig nur von ihrer Innenseite präsentiren, sind

länglich vierseitig und jede greift mit einem vordern Zacken in eine entsprechende Ausfurchung der ihr zunächst obern Schuppe ein; ferner liegen die hintern Dornfortsätze nicht aufeinander, sondern sie halten sich, obwohl stark rückwärts geneigt, doch von der Wirbelsäule weit entfernt. Es sind diess zwei Merkmale, welche die Gattung Caturus ganz ausschliessen, wohl aber auf Pholidophors oder eine demselben nahe verwandte Gattung hinweisen. — Dem Exemplare fehlt der Kopf und die Brustflossen, ist aber sonst wohl erhalten. Es zeichnet sich in auffallender Weise aus durch seine breite ovale Form, wie durch seine hohe Rückenflosse. Die ersten langen Strahlen derselben sind nicht bloss sehr lang, sondern auch sichelförmig gekrümmt; anscheinend ist sie sehr kurz, vielleicht dass ihr ein Theil ihrer hintern Erstreckung fehlt. Sie beginnt schon vor den Bauchflossen und ihr erster langer Strahl ist mit Schindeln besetzt. Die Schwanzflosse ist sehr gross und tief gespalten, mit weit auseinander gesperrten Lappen, die auf der Aussenseite, gleich den ziemlich stark entwickelten Bauchflossen, einen starken Schindelbesatz tragen.

Länge vom Hinterrande des Kopfes bis zur Mitte der Schwanzflosse	5″	0‴
Breite des Rumpfes fast	2	0
Höhe der Rückenflosse nach ihrer Krümmung . . .	1	10
Breite derselben	0	9
Länge eines Schwanzlappens	2	6

Es lässt sich nicht läugnen, dass dieses Exemplar so viel Fremdartiges für einen Pholidophorus zeigt, dass eine Verweisung an diese Gattung nicht naturgemäss erscheint. Man möchte auf einen verstümmelten Propterus rathen, doch müsste alsdann die Rückenflosse weiter vorgerückt sein. Bis vollständigere Exemplare aufgefunden werden, mag dieser Art hier ein provisorisches Unterkommen gewährt werden.

†††) Kleinere schmächtige Arten von gleichförmiger Beschuppung.

4. Ph. brevivelis *Wagn.*

Zwei Doppelplatten von Eichstädt, von denen besonders das eine Paar vortrefflich ist, bestimmen mich, eine neue Art aufzustellen, die zwar hinsichtlich der Grösse, der Leibesform, der ganzen Beschaffenheit der Beschuppung, der Form der Schwanzflosse und in der ansehnlichen Entwicklung der Brustflosse sehr mit Ophiopsis attenuata übereinstimmt, aber durch eine nur halb so grosse und bloss die Mitte des Rückens einnehmende Rückenflosse sich auffallend unterscheidet. Man zählt an ihr bei beiden Exemplaren nicht mehr als höchstens 10 lange Strahlen, und es werden ihrer auch nicht viel mehr gewesen sein, indem der vordere Rand der Flosse vollständig erhalten ist und am hintern nicht leicht ein merklicher Defekt zu vermuthen ist. — Die Länge beträgt 6″, die Breite 1″ 3‴; die Rückenflosse ist höchstens 10‴ lang und vorn ohngefähr eben so hoch. Die Brustflossen sind fast 1″ lang.

5. Ph. longiserratus *Münst.*

Ag. II p. 277 tab. 38 fig. 2.

Unterscheidet sich von Ph. tenuiserratus und brevivelis durch geringere Grösse, verhältnissmässig längeren Kopf und insbesondere durch die starken, wenn auch nur spärlichen Zacken am Hinterrande der Schuppen. Ueberdiess sind die Schuppen in der untern Hälfte des Vorderrumpfes verhältnissmässig länger und die Rückenflosse ist etwas mehr zurückgesetzt; letztere entspricht in ihrer Grösse der des Ph. brevivelis und lässt 11 bis 12 Strahlen zählen. Die Brustflosse ist verstümmelt; in den Kiefern zeigen sich feine Zähne. — Die Länge ist 4″ 3‴, die Breite vor der Rückenflosse nicht ganz 1″. Die Sammlung besitzt von dieser Art nur das einzige Exemplar von Kelheim.

6. Ph. elongatus *Wagn.*

Die Häberlein'sche Sammlung hat uns in einer Doppelplatte eine neue Art überliefert, die sich sowohl durch ihre schlanke Leibesform,

als durch die Beschaffenheit ihrer Beschuppung sehr auszeichnet. Der Schädel ist ganz zertrümmert, lässt aber dadurch um so deutlicher wahrnehmen, dass Unter-, Ober- und Zwischenkiefer mit zahlreichen dünnen, spitzen und gleich langen Zähnen in einfacher Reihe besetzt sind. Der Rumpf ist sehr langstreckig und nimmt nach hinten allmählig an Breite ab. Die Schuppen sind klein, glatt, am Hinterrande sehr fein gezähnelt und, was am meisten charakteristisch, in der untern Rumpfhälfte (in der Region zwischen den Brust- und Bauchflossen) werden sie so schmal, dass sie fast dreimal so lang als hoch sind, was an Eugnathus erinnert. Die Rückenflosse ist klein und steht den Bauchflossen gegenüber; die Brustflossen sind abgerissen[1]. — Muthmassliche Länge 4″ 6‴, Breite vor der Rückenflosse 11‴.

7. Ph. latimanus *Ag.*

Ag. II p. 280 tab. 43.

Zu den Münster'schen Exemplaren sind neuerdings noch mehrere von Eichstädt hinzugekommen. Diese Art zeichnet sich aus durch die Zurücksetzung der Rückenflosse, die grosse Annäherung der Bauchflossen an die Afterflosse, durch die Grösse der Brustflossen, die grosse Gleichförmigkeit der Beschuppung und durch eine gedrängtere, im Vor-

---

1) Eine ähnliche Form ist der *Ph angustus*, den *Münster* im Jahrb. f. Min. 1842 S. 43 aufführt und durch seine schmale Form und unverhältnissmässig lange und schmale Brustflosse charakterisirt. Obwohl dieses, von Mörnsheim stammende Exemplar ohne Kopf nicht ganz 3″ lang ist, erreicht doch der erste grosse Strahl der Brustflosse eine Länge von 11‴. Da dem Ph. elongatus letztere Flosse fehlt, so kann in dieser Beziehung keine Vergleichung vorgenommen werden. Mit Ausnahme einiger Schuppen am Hinterrumpfe fehlt die ganze übrige Beschuppung, doch könnte sie wohl mit der des Ph. elongatus übereinstimmend gewesen sein. Da der Name Ph. augustus von Agassiz an eine andere Art vergeben wurde, so hat Giebel den Münster'schen durch den von *Ph Münsteri* ersetzt.

dertheil breitere Leibesgestalt als die vorhergehenden Arten. Die Schuppen sind klein, glatt, am hintern Rande fein gezähnelt, rautenförmig, gegen die Bauchseite der vordern Rumpfhälfte hin aber sich merklich verschmälernd; die Rückenflosse ist von mittlerer Grösse. Man kann 2 Varietäten unterscheiden: eine *kleinere* und etwas untersetztere von 3″ 4 bis 6‴ Länge, und eine *grössere*, bei der zugleich die Zurücksetzung der Rückenflosse merklicher hervortritt, von 4″ 7 bis 10‴.

††††) Kleinere Arten, längs der Mitte mit Schuppen, die höher als lang sind.

8. Ph. microps *Ag.*

Ag. II p. 275 tab. 38 fig. 1.

Die Leibesform ist langgestreckt und schmächtig; die Rückenflosse mittelgross und ihr Vorderrand mit Schindeln besetzt, wie solche auch die Schwanzflosse zeigt. Die Schuppen sind klein und rhombisch, mit Ausnahme von 2 bis 3 Reihen längs der Mitte des Vorderrumpfes, wo sie höher als lang sind; ihr Hinterrand ist furchig und gezackt. Länge 4″ 7‴, Breite ohngefähr 11‴. Von Solenhofen.

9. Ph. micronyx *Ag.*

Ag. II p. 279 tab. 42 fig. 1. — *Ph. intermedius Münst. Ag.* p. 279 tab. 42 fig. 3.

Die Beschuppung ist ähnlich der von Ph. microps, aber die Leibesform ist gedrängter und weit breiter, daher ein ganz anderer Habitus. Die grössten unserer Exemplare sind 4″ 4‴ lang und 1″ 3‴ breit. — *Ph. intermedius Münst.* beruht nur auf einem sehr mangelhaften Exemplare, das keine Erwähnung verdient hätte und wahrscheinlich zu Ph. micronyx gehörig ist, mit welchem es den gleichen Fundort, Kelheim, theilt.

10. Ph. ovatus *Wagn.*

Zu dem Maximum der Breite in dieser kleinen Gruppe gelangt die neue Art, die ich mit dem Namen Ph. ovatus bezeichne, weil sie

eine auffallend bauchig ovale Gestalt hat, wodurch sie sich von allen andern Arten gleich beim ersten Anblick unterscheidet. Wir besitzen davon 3 Exemplare: eines aus den Steinbrüchen von Eichstädt in der herz. Leuchtenberg'schen Sammlung und zwei andere in Doppelplatten aus der Häberlein'schen. Ersteres hat die regelmässigste Gestalt und dient daher als Typus zur Erkennung der Leibesform. Die Unterseite dieses Exemplares ist nur schwach convex, dagegen seine Oberseite stark gewölbt und diese Wölbung läuft vorn in gleicher Richtung längs des Schädeldaches herab. Der Kopf ist hinten ziemlich breit und geht nach vorn in eine stumpfe Spitze aus. Die beiden andern Exemplare sind etwas gekrümmt und dadurch ist auch bei dem einen, das übrigens seine Beschuppung schön aufzeigt, der Bauch zu stark aufgetrieben. Rücken- und Afterflosse ist bei allen nicht mehr vorhanden, die Schwanzflosse verstümmelt, die ziemlich gut conservirten Brust- und Bauchflossen sind klein. Die Schuppen der ganzen Oberhälfte des Rumpfes, nebst der vordern Hälfte des Unterleibes sind höher als lang; am höchsten sind sie in der Längsreihe, auf welcher die Seitenlinie verläuft. Auf der übrigen Rumpfpartie werden die Schuppen mehr gleichseitig rhombisch, indem sie zugleich merklich kleiner werden. Man kann 9 bis 10 Längsreihen von Schuppen zählen; sie sind fein gestreift und an ihrem Hinterrande fein gezähnelt. — Die Länge vom Schnauzenende bis zum Beginn der Schwanzflosse beträgt beim kleinsten Exemplare 6″, beim grössten 6″ 9‴; die Rumpfbreite 1″ 11‴ bis etwas über 2″.

XIV. Pleuropholis *Eg.*

Egerton hat nach Exemplaren aus den englischen Purbeckschichten eine neue Gattung *Pleuropholis* aufgestellt, die er in folgender Weise charakterisirt. Körper schlank und mehr oder weniger spindelförmig, Kopf klein, Schuppen längs der Seiten eine einzige Reihe ausmachend; Rückenflosse der langen Afterflosse gegenüber gestellt, Schwanzflosse

gabelförmig. — Es sind lauter kleine Fische, von denen Egerton 4 Arten aus den Purbeckschichten und eine fünfte aus dem lithographischen Schiefer von Kelheim aufführt. Auch Thiollière hat neuerdings 2 Arten bei Cirin aufgefunden.

1. Pl. laevissima *Ag.*

Pholidophorus (Nothosomus) laevissimus. Ag. II p. 292. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 63. — *Pleuropholis laevissimus Egert.* Mem. of the geol. Survey, of the united Kingdom; decade IX (1858) p. 3 tab. 7 fig. 3.

Es existirt von dieser Art nur ein einziges, aus der Münster'schen Sammlung stammendes und bei Eichstädt gefundenes Exemplar, das Agassiz als Pholidophorus laevissimus etikettirte; später reihte er es seiner neuen Gattung Nothosomus[1] an. Er erwähnt nur den Namen dieser Art, ohne irgend eine Charakteristik beizufügen; ich habe daher a. a. O. versucht, dieselbe nachzutragen, so gut als es bei dem stark beschädigten Zustande des erwähnten Exemplares möglich war. Jetzt, wo ich durch Egerton mit der Gattung Pleuropholis bekannt geworden bin, ist mir erst dessen Bau vollständig klar geworden und ich kann nunmehr meine frühere Beschreibung wesentlich ergänzen.

An unserem Exemplare fehlt die Vorderhälfte des Kopfes nebst der ganzen Afterflosse. Die Schwanzflosse ist vollständig erhalten, dagegen die Brust- und Bauchflossen sind nur undeutlich angezeigt. Von der Rückenflosse hatte ich früher angegeben, dass sie ganz fehlt, jetzt, wo ich durch Egerton weiss, dass sie der Afterflosse gegenüber zu su-

---

1) Die Gattung *Nothosomus*, die uns jetzt erst durch *Egerton* (a. a. O. tab. 6) genauer bekannt geworden ist, beruht bloss auf der Hinterhälfte eines Exemplares aus dem englischen Lias, das Agassiz als *N. octostychius* bezeichnete. Die Trennung von Pholidophorus ist kaum zu rechtfertigen, während Pleuropholis von dieser Gattung durch die einzige Schuppenreihe längs der Seiten und die zurückgedrängte Stellung der Rückenflosse davon auffallend abweicht.

chen ist, habe ich auch, weit hinter der Mitte des Rückens, Spuren von einigen ihrer Strahlen aufgefunden. Die Beschuppung ist im obern und mittlern Theil des Rumpfes sehr zerrüttet oder nur durch Eindrücke angezeigt; wo sich auf diesen Theilen Schuppen erhalten haben, stellen sie sich fast durchgängig von der Innenseite dar und sind desshalb glatt und zeigen keine Einkerbung. Die Wirbelsäule ist nur sehr schwach angedeutet und dürfte sich wie bei Pholidophorus verhalten. Die Form des Körpers ist langstreckig und ziemlich schmächtig. Längs der Mitte des Rumpfes zeigt sich nach den ziemlich deutlich erhaltenen Eindrücken nur eine einzige Reihe von Schuppen, die dafür ungewöhnlich lang sind, indem sie in der Mitte des Leibes eine Höhe von $7\frac{1}{2}$ Linien erreichen, bei einer Breite, die wenig eine Linie übersteigt. Nach vorn und hinten nehmen die Schuppen dieser Mittelreihe allmählig an Höhe ab, sind dabei ganzrandig und etwas S förmig gekrümmt, indem sie an ihrem oberen Ende vorwärts, am untern rückwärts gebogen sind. Wie es Egerton's Fig. 9 auf Tab. 7 anzeigt, zieht längs der Innenseite einer jeden dieser Schuppen eine schmälere, glatte Leiste hindurch, die oben mit einer Spitze vorragt. Oberhalb der Mittelreihe liegen etliche Reihen kleinerer viereckiger Schmelzschuppen in sehr beschädigtem Zustande. Unterhalb der Mittelreihe füllen den Zwischenraum zwischen ihr und dem Bauchrande 7 bis 8 Reihen ausserordentlich schmaler Schuppen aus, deren Länge fast dreimal die Höhe übertrifft. Die Schwanzflosse ist gegabelt und auf beiden Seiten mit Schindeln besetzt. — Die ganze Länge dieses Exemplares bis zur Schwanzspitze mag gegen $5\frac{1}{2}''$ betragen haben; die grösste Breite misst $1''\ 2'''$.

Unter dem gleichen Namen Pleuropholis laevissimus bildet aber Egerton ein anderes Exemplar ab, von dem er sagt, dass es Graf Münster bei Kelheim entdeckt, und dass es Agassiz anfangs Pholidophorus (späterhin Nothosomus) laevissimus benannt habe. Dieses Fischchen ist wenig über 2'' lang und dabei auch verhältnissmässig weit schlanker, als Pl. laevissimus. Es kann daher mit unserem Exemplar nicht zu

einerlei Species gehören, daher lege ich ihm als besondere Art den Namen *Ph. Egertoni* bei.

XV. Eugnathus *Ag.*

Eine nur selten in den lithographischen Schiefern auftretende Gattung, indem aus denselben Agassiz nicht mehr als eine einzige Art kannte, die er als *E. microlepidotus* bezeichnete und die in hiesiger Sammlung bisher bloss durch eine einzige Platte vertreten war. Sowohl die herz. Leuchtenberg'sche, als auch die Häberlein'sche Sammlung lieferten indess mir neuerdings je ein Exemplar derselben Species; die letztere überdiess noch 2 sehr grosse Individuen, welche ich mich genöthigt sehe, als zwei besondere Arten unter dem Namen *E. titanius* und *E. macrodon* aufzustellen. Eugnathus ist eine sehr ausgezeichnete Gattung, nur muss der E. Chirotes Ag. von ihr entfernt werden, da er wegen seiner knöchernen Wirbelsäule nicht zu den andern Arten passt.

1. E. titanius *Wagn.*

Der Riese unter den Fischen der lithographischen Schiefer, indem er, die Schwanzflosse ungerechnet, fast die Länge von 8 Fuss erreicht. So ausgezeichnet er durch seine kolossale Grösse ist, so ist er es nicht in Bezug auf die Art und Weise seiner Erhaltung. Zwar ist das Skelet, obwohl vielfach zerrüttet, doch noch in leidlichem Zusammenhange, aber es ist in vielen Stücken stark beschädigt. Der Schädel, im Profil gesehen, ist flach gedrückt und hat viel an seiner Knochenmasse eingebüsst; von Zähnen ist auch nicht die geringste Spur erhalten. Mit Ausnahme einer Portion der Rückenflosse sind alle Flossen verschwunden; von den Schuppen ist nicht ein einziger Abdruck vorhanden. Zur Feststellung der Gattung, welcher dieser Koloss angehört, sind daher nur wenig Anhaltspunkte geboten.

Quenstedt[1], der dieses Exemplares gedenkt, hat es zu Caturus gerechnet. Zu dieser Gattung kann es jedoch nicht gehören, weil der ganze Habitus dagegen spricht. Der Körper ist so langstreckig und schmächtig, wie diess nicht bei letzterer Gattung, sondern nur bei Eugnathus der Fall ist. Insbesondere ist der Schädel, der fast 2 Fuss Länge erreicht, ganz nach dem Typus der letzteren Gattung geformt: ungemein langgestreckt bei geringer Höhe, das Schädeldach langsam nach vorn abfallend, die Kiefer lang und in eine stumpfe Spitze auslaufend, der Kiemendeckel hinterwärts weit vorragend. Im Allgemeinen kann man sagen, dass nach Form des Körpers und des Schädels der E. titanius die Folio-Ausgabe des E. orthostomus oder vielmehr des E. microlepidotus ist. Auch in der weiteren Rückstellung der Rückenflosse des E. titanius zeigt sich die Verschiedenheit von Caturus, dagegen die Uebereinstimmung mit Eugnathus, so dass seine Zuweisung an letztere Gattung unbezweifelbar ist.

Im Uebrigen ist zu bemerken, dass die Rückensäule keineswegs aus verknöcherten Wirbeln besteht, sondern dass ihr Raum leer und von einer weissen Masse erfüllt ist, also im Leben eine weiche, ungegliederte Rückensaite darstellte, auf der oben wie unten kurze Halbwirbel ansitzen. Sowohl die Dornfortsätze als die Rippen sind im Verhältniss zur Schmächtigkeit des Rumpfes lang und kräftig; die Rückenflosse hat eine Höhe von 6 Zoll. Dieses stattliche Exemplar stammt aus der Häberlein'schen Sammlung und ist bei Mörnsheim gebrochen worden.

2. E. macrodon *Wagn.*

Wagn. Gesch. d. Urwelt II S. 471.

Ein anderes grosses, wenngleich an Grösse dem E. titanius weit nachstehendes Exemplar, ist uns ebenfalls aus der Häberlein'schen Samm-

---

1) Petrefaktenkunde S. 216.

lung zugekommen. Obwohl in manchen Stücken beschädigt, ist es doch im Allgemeinen weit besser conservirt, so dass seine Zugehörigkeit zur Gattung Eugnathus auf den ersten Blick erkannt wird.

Dieses Exemplar hat bis zum Anfang der Schwanzflosse fast eine Länge von 4 Fuss. Der Leib ist langgestreckt, die Rückenflosse dem Zwischenraume zwischen der Bauch- und Afterflosse gegenständig, die Schwanzlappen lang und weit auseinander gesperrt. Die Schuppen sind in der obern Hälfte des Rumpfes schief rhomboidisch und merklich höher als lang, in der untern dagegen drei bis viermal so lang als hoch, was bekanntlich ein sehr bezeichnendes Merkmal für Eugnathus ist; an einzelnen gut erhaltenen Schuppen kann man auch die freie Streifung wahrnehmen. Der Schädel mit den Kieferknochen ist stark beschädigt, daher keine genaue Beschreibung zulässig. Die Mundspalte ist ohngefähr 7″ lang. Aus der Oberkinnlade sieht man, von ihrem hinteren Ende an gezählt, mehrere kleine, dünne, kegelförmige Zähne hervorstehen, dann bleibt, in Folge von Zerstörung, eine lange Lücke, bis endlich gegen die vordere Spitze hin, also wohl schon im Zwischenkiefer, ein grosser, starker, etwas gekrümmter, kegelförmiger Zahn von 9‴ Länge vorragt, vor dem noch ein ähnlicher, aber nur 3‴ langer Zahn steht. Im Unterkiefer sind, ebenfalls von hinten gezählt, die Zähne stärker und länger (ohngefähr 5‴), als im Oberkiefer, im mittlern Theil werden sie kleiner; das vordere Kieferstück fehlt.

Bei der mangelhaften Erhaltung der beiden grossen Exemplare lassen sich genauere Vergleichungen derselben sowohl miteinander als mit dem E. microlepidotus, nicht vornehmen; ich habe daher nur nach der Verschiedenheit in der Grösse sie als besondere Arten bezeichnet. Dagegen glaube ich unsern E. macrodon von Solenhofen wiedergefunden zu haben in einer Abbildung, die *Quenstedt* in seinem Jura tab. 97 fig. 12 an einem Fische von Nusplingen vorlegt. Soweit sich die einzelnen Zähne beider Individuen miteinander vergleichen lassen, stimmen sie überein; dasselbe gilt von der Form der Kieferknochen. Quenstedt

hatte gemeint, in diesem Schädel von Nusplingen meinen *Strobilodus giganteus* gefunden zu haben; dagegen muss ich mich freilich entschieden verwahren, indem dieser wesentlich davon verschieden ist und Quenstedt's citirte Abbildung entschieden einen Eugnathus anzeigt.

3. E. microlepidotus *Ag.*

Ag. II, 2. Abth., p. 104.

Auf diese Art, als die einzige, welche ihm aus dem lithographischen Schiefer bekannt wurde, machte *Agassiz* nur mit folgenden wenigen Worten aufmerksam. „Es ist diess die Art, welche ich früher als *Uraeus microlepidotus* bezeichnete. Die Zähne sind sehr stark, konisch und einförmig. Ich habe mich überzeugt, dass die Schuppen deutlich gefurcht und gezähnelt sind, so dass es keinen Zweifel über die Gattung geben kann." — Das Exemplar, welches hiebei Agassiz vor Augen hatte, ist in der hiesigen Sammlung aufbewahrt und von ihm selbst als Uraeus microlepidotus etikettirt; es liegt auf der Bauchseite und der Schädel ist durch Druck fast um das Doppelte seiner Breite auseinander gequetscht worden. Ein fast vollständiges, bei Eichstädt gefundenes Exemplar hat nur in einer Doppelplatte die herz. Leuchtenberg'sche Sammlung geliefert. Eine dritte, minder gut erhaltene Doppelplatte hat nur die Häberlein'sche Sammlung gebracht. Diese 3 Exemplare haben fast gleiche Grösse und kommen auch sonst in allen Stücken miteinander überein.

Im Allgemeinen hat der E. microlepidotus die grösste Aehnlichkeit mit E. orthostomus, nur dass jener etwas kleiner und insbesondere schlanker ist. Der Schädel hat ganz die langgestreckte spitze Form wie bei letzterem und die Zusammensetzung seiner Knochen ist die nämliche. An keinem unserer Exemplare ist das Gebiss vollständig, doch sieht man, dass sämmtliche Zähne kegelförmig sind, dass die kleinsten hinterwärts liegen, und dass im Unterkiefer die mehr vorwärts gestellten grösser und in ihrer untern Hälfte etwas bauchig angeschwollen

sind. — Die in regelmässig schiefe Reihen gestellten Schuppen sind schief vierseitig, mit glänzendem Schmelz belegt, und von feinen Längsfalten durchzogen, die den Hinterrand gezähnelt machen. In der Brustgegend und oberhalb der Mittellinie des Rumpfes sind die Schuppen fast so hoch als lang; unterhalb derselben nehmen sie rasch an Höhe ab, so dass sie auf der Bauchhälfte mindestens dreimal so lang als hoch sind. Hinter der Afterflosse und längs des Oberrückens sind die Schuppen zwar ebenfalls schmal, doch nicht in dem Grade, wie auf der Bauchseite. — Die Schwanzflosse ist nicht besonders lang, aber ihre Lappen sind weit auseinander gesperrt; die übrigen Flossen, mit Ausnahme der Bauchflossen, sind gut entwickelt. Die Rückenflosse liegt dem Zwischenraume zwischen Bauch- und Afterflosse gegenüber. Die senkrechten Flossen sind deutlich mit Schindeln besetzt, von denen man selbst am Vorderrande der Brustflosse eine Spur wahrnimmt.

Länge, ganze, bis zur Mitte der Schwanzflosse . .	13″	9‴
„ des Schädels	3	5
Rumpfhöhe vorn beiläufig	2	1
„ an der Schwanzwurzel	0	10
Breite, grösste, des Schwanzes	2	11

Thiollière hat bei Cirin ebenfalls einen ähnlichen Fisch gefunden, den er als *Eugnathus praelongus* bezeichnete. Nach Vergleichung seiner Beschreibung kommt dieser jedoch ganz mit E. microlepidotus überein, was freilich, da von letzterem bisher keine Beschreibung vorlag, Thiollière nicht ausfindig machen konnte. Sein Exemplar ist etwas grösser, als die unserigen, da er die Länge ohne Schädel zu 13″ 4‴ angibt. — Nach Schuppenüberresten scheint diese Art auch bei Nusplingen vorzukommen.

XVI. Strobilodus *Wagn.*

Zu meiner frühern Beschreibung des Str. giganteus, bis jetzt immer

noch in einem einzigen Exemplare repräsentirt[1], habe ich einige Berichtigungen bezüglich der Beschaffenheit seiner Wirbel und Beschuppung nachzutragen.

Ich habe früher die Wirbelsäule als aus vollständigen knöchernen Wirbeln zusammengesetzt bezeichnet und Heckel, der das hiesige Exemplar selbst besichtigte, hat die gleiche Meinung ausgesprochen. Jetzt, wo ich mit der Beschaffenheit der Wirbelsäule der Ganoiden genauer als sonst bekannt bin, hat mir zunächst die ausserordentliche Kürze der Wirbel Verdacht erregt, ob ich es bei Strobilodus wirklich mit vollständigen Wirbelkörpern zu thun hätte. Von dieser Meinung musste ich aber ganz zurückkommen durch Betrachtung der einzeln umher gestreuten Wirbel, die von ihrer Gelenkfläche her sichtlich sind. Diese zeigen nämlich, dass ihr ganzes Inneres von der Gesteinsmasse ausgefüllt, also ursprünglich hohl und nur auf der Aussenseite von einem dünnen und schmalen Knochenring umlegt ist, so dass es demnach nicht Voll-, sondern Hohlwirbel sind. Ferner hat es bei etlichen dieser isolirten Wirbel den Anschein, als ob ihr äusserer Knochenring nicht aus einem Stücke, sondern, wie bei Pholidophorus aus zwei Hälften, bestehe. Wie dem auch sein möge, so ist jetzt nachgewiesen, dass Strobilodus nicht mehr zu der Abtheilung mit vollständigen Wirbelkörpern gezählt werden darf, sondern dass er zu der mit Hohlwirbeln gehörig ist.

Bezüglich der Beschuppung bin ich früher der Meinung gewesen, dass der gänzliche Mangel an Schuppen am Rumpfe des Strobilodus den Beweis liefere, dass sie eben so dünn wie bei Sauropsis gewesen

---

1) Abh. d. Münchn. Akadem. VI S. 75 tab. 2. — Neuerdings hat *Quenstedt* von Nusplingen 2 Arten von Strobilodus aufgeführt und als *Str. giganteus* und *Str. suevicus* benannt; die Schädel beider sind von ihm in seinem Jura tab. 97 fig. 12 und tab. 100 fig. 10 abgebildet. Allein beide Stücke gehören nicht zu Strobilodus, denn erstere Figur stellt einen *Eugnathus* und letztere einen *Megalurus* dar.

sein möchten und daher leicht verloren gingen. Jetzt, wo ich an Lepidotus armatus ein Exemplar vor mir habe, das am Rumpfe aller Schuppen entblösst ist, und umgekehrt von Lepidotus maximus einen Schuppenpanzer, dem der ganze übrige Körper fehlt, bin ich überführt, dass das Abfallen der Schuppen eben sowohl bei Fischen mit dickem, als mit dünnem Schmelzbeleg erfolgen kann. Dagegen habe ich schon früher bemerklich gemacht, dass vor der Schwanzflosse des Strobilodus, sowohl auf dem Rücken- als Bauchkiele, eine eigenthümliche Gruppe von Schuppen mit dickem, glänzenden Schmelzbesatze liegt. Nun weiss man aber ferner, dass auch bei Lepidotus in der Nähe der hintern Flossen, zumal am Bauchkiele, einzelne Schuppen auftreten, die nicht rhombisch, sondern langstreckig und gleichwohl mit dem nämlichen Schmelze belegt sind. Nehme ich hinzu, dass ähnliche Schmelzschuppen, wie sie bei Strobilodus vor der Schwanzflosse liegen, mir noch bei keinem Scheibenschupper vorgekommen sind, so spricht alle Wahrscheinlichkeit dafür, dass Strobilodus ebenfalls zu den Rautenschuppern gehören wird.

Sauropsis *Ag.*

Das ganze Material, worauf diese Gattung begründet wurde, besteht noch immer in dem einzigen, hier aufbewahrten Exemplare, das Agassiz als S. longimana beschrieb und abbildete. Zwar erwähnte er noch eines andern Exemplares, das aber nicht mehr dieser, sondern der folgenden Gattung zuständig ist. Die Gattungsmerkmale sind folgendermassen festzustellen: Leib hechtähnlich, langgestreckt, mit fast geradem Rücken; Rückenflosse der sehr langen Afterflosse gegenüber, doch etwas vor dieser beginnend; alle Flossen ohne Schindeln. — Hiezu mag noch beigefügt werden, dass die Rückensaite frei aufgedeckt ist, nur oben und unten mit kurzen Halbwirbeln besetzt, und dass die Zähne kegelförmig und in einfacher Reihe geordnet sind [1].

---

1) Das Verhältniss, in welchem Sauropsis und Hypsocormus zu den liassi-

1. S. longimana *Ag.*

Ag. II b. p. 121 tab. 60.

Von Solenhofen; die Maasse habe ich bei nachfolgender Gattung beigefügt.

Hypsocormus *Wagn.*

Ich stelle hiemit eine neue Gattung auf, die sich durch folgende Merkmale charakterisirt: Leib lachsähnlich mit hochgewölbtem Rücken; Rückenflosse dem Anfange der sehr langen Afterflosse gegenüber endigend; die Flossen ohne Schindeln. — Diese neue Gattung stellt ein Verbindungsglied zwischen Sauropsis und Pachycormus dar, indem sie nach der Beschaffenheit der Wirbelsäule, der Zähne und Beschuppung mit ersterer, nach der ganzen Körperform und Stellung der Rückenflosse mit letzterer übereinkommt. Sie umfasst bis jetzt bloss eine einzige Art.

1. H. insignis *Wagn.*

Auf drei Exemplare von Solenhofen, darunter zwei als Doppelplatten, beruht diese Art, die doppelt so gross als Sauropsis longimana ist und sich von letzterer sogleich durch ihre Karpfen- oder Lachsform unterscheidet. Die Rückenlinie steigt nämlich von der Schnauzenspitze an bis zur Mitte des Rückens hoch empor und fällt dann ziemlich schnell abwärts, so dass dadurch der Schwanzstiel merklich schmächtig wird. Die Beschuppung verhält sich ganz wie bei Sauropsis longimana, d. h. die Schuppen sind durchgängig sehr klein, rautenförmig, glatt und dünn. In der obern Leibeshälfte sind sie nur wenig länger als hoch, in der un-

---

schen Gattungen Pachycormus und Euthynotus (nov. gen.) steht, nebst Charakteristik ihrer in Deutschland gefundenen Arten, habe ich in einer eigenen Abhandlung: „zur Charakteristik der Gattungen Sauropsis und Pachycormus nebst ihren Verwandten" (Münchn. gel. Anzeig. Bd. 50 Jhrg. 1860 Nr. 26 S. 209 ffl.) dargelegt.

tern beträchtlich länger als hoch. Sehr markirt ist ihre regelmässige Anordnung in Querreihen, die von oben nach unten in schiefer Richtung verlaufen; diese Reihen sind so schmal, dass ihre Breite (von vorn nach hinten) kaum die Länge einer Linie überschreitet.

Die kurze Rückenflosse endet dem Anfange der Afterflosse gerade gegenüber; letztere erstreckt sich bis zum Anfange der Schwanzflosse. Die Bauchflossen sind klein und sehr weit von der Afterflosse abgerückt. Die äussern Strahlen der Schwanzflosse, indem sie einwärts rasch an Länge zunehmen, laufen sämmtlich einfach aus und erst in der hintern Hälfte der Schwanzlappen gehen von den überragenden Strahlen auf der Aussenseite einzelne feine Borsten, als Stellvertreter der Schindeln, ab, die sich jedoch von echten Schindeln wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie nicht einem und demselben Randstrahl angesetzt sind. Die innern langen Strahlen sind mehrmals gegliedert; gegen die Innenseite und die Spitze der Flosse lösen sie sich in feine Borsten auf. Am Grunde zwischen den beiden Lappen der Schwanzflosse stehen wie bei den andern verwandten Gattungen 6 kurze Strahlen, die sich bald in mehrere gegliederte Aeste spalten und durch weitere Spaltung mit zahlreichen kurzen Borsten endigen. Die Strahlen der Afterflosse sind ebenfalls gegliedert, dagegen sind die der Brustflossen durchgängig einfach; die Brustflossen sind klein und weit vorgerückt. Sämmtliche Flossen ermangeln eines Besatzes von Schindeln.

Statt der Wirbelsäule zeigt sich nur ein glattes Band, ganz in der nämlichen Weise wie bei Sauropsis longimana. Die Zähne sind zahlreich, stark, kegelförmig und fein gestreift; der längste, welcher kurz vor der Unterkieferspitze steht, misst 5 Linien.

	Hyps. insignis	Saur. longimana
Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse .	20″ 6‴	11″ 6‴
Rumpfhöhe, grösste	5 8	2 1
Länge des Schädels	4 6	2 11

	Hyps. insignis		Saur. longimana	
Höhe des Schädels	3″	1‴	2″	0″
Abstand der Kieferspitze von der Bauchflosse	8	5	4	10
„ „ „ „ „ Afterflosse .	13	8	7	1
„ „ „ „ „ Rückenflosse	12	5	6	8
Länge der Brustflossen „ „ „	3	3	2	3

Das grösste der hiesigen Exemplare erreicht fast eine Länge von 4 Fuss.

Von Sauropsis unterscheidet sich Hypsocormus sowohl durch die hochgewölbte Rückenlinie, als durch die vorgerückte Rückenflosse. In beiden Beziehungen kommt Hypsocormus mit Pachycormus überein, differirt aber von letzterem durch die nackte Rückensaite, die bei letzterem ganz oder doch theilweise überdeckt ist, durch das gewaltige Gebiss mit doppelt so kräftigen Zähnen, die weit zahlreicheren Fortsätze der Wirbelsäule und die weit kleineren Schuppen.

†††) Leib sehr schmächtig, die Kiefer schnabelartig verlängert und zugespitzt; Rücken- und Afterflosse gegenständig.

Hieher gehören nur die beiden Gattungen *Aspidorhynchus* und *Belonostomus*. Man hatte bisher die Wirbelkörper für vollständig verknöchert gehalten wie bei den echten Knochenfischen; eine genauere Untersuchung derselben hat mich jedoch überführt, dass sie innerlich ganz hohl sind und nur einen vollständig geschlossenen und verknöcherten Ring um die weiche Rückensaite gebildet haben. Von den echten Wirbelkörpern unterscheiden sich solche Hohlwirbel äusserlich auch schon dadurch, dass sie keine grubigen Ausfurchungen haben, sondern glatt sind.

XVIII. Aspidorhynchus *Ag.*

Von dieser Gattung hat Agassiz 5 Arten aus dem lithographischen Schiefer unterschieden. Drei derselben, nämlich Aspidorhynchus acu-

tirostris, ornatissimus und speciosus, hat er abgebildet und ausführlich beschrieben; über die beiden andern, Asp. mandibularis und lepturus, hat er nur einige Bemerkungen gegeben. Mit einem weit grösseren Materiale versehen, als Agassiz es vor sich hatte, bin ich zur Ueberzeugung gekommen, dass diese Arten nicht durchgängig haltbar sind, und dass im Gegentheil es sogar wahrscheinlich ist, dass sie zusammen nur eine einzige Art ausmachen. Einstweilen habe ich diese 5 Arten in 2 zusammengefasst und ihnen noch eine neue als dritte Species beigefügt. — Einige Reste von Aspidorhynchus sind auch bei Nusplingen und Cirin gefunden worden.

1. Asp. acutirostris *Ag.*

Ag. II. b. p. 136, tab. 46.

Wir besitzen jetzt dahier eine zahlreiche Reihe Exemplare von dieser Art, darunter auch die beiden Originale, welche Agassiz abbilden liess. Ihre Grösse geht von 1½ bis zu etwas über 3 Fuss; ihre Dimensionsverhältnisse stellen sich an dreien der am besten erhaltenen Exemplare in folgender Weise dar.

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. III.	
Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse .	18″	4‴	23″	6‴	27″	8‴
Breite des Rumpfes vor der Bauchflosse	2	1½	2	7	2	10
„ „ „ „ „ Afterflosse .	1	10	2	2	2	5

Agassiz unterscheidet seine Arten hauptsächlich nach der Beschaffenheit der Oberfläche der Schuppen, unter denen bekanntlich die aus den drei mittlern Längsreihen die grössten sind. In Bezug auf Asp. acutirostris macht er bloss bemerklich, dass die äussere Fläche dieser Schuppen sich von der innern leicht durch die Runzeln der ersteren unterscheiden lässt. Diess Merkmal gilt nicht bloss für alle andern Arten, und wenn Quenstedt die Schuppen überhaupt glatt nennt, so passt dieser Ausdruck lediglich auf ihre Innenseite, keineswegs aber auf ihre Aussenseite. Bei gut erhaltenen Exemplaren des Asp. acutirostris lässt

sich die Runzelung der Schuppen auf ihrer äussern Fläche immer deutlich wahrnehmen; fast noch schärfer aber tritt sie hervor auf den Eindrücken, welche selbige auf dem Gesteine hinterlässt. Man erkennt dann, dass nicht bloss die drei Längsreihen grosser Schuppen, sondern auch die über ihnen liegenden gestreift sind; nur die untern schmalen Schuppen sind glatt. Wie es sich von selbst versteht, ist die Runzelung auf den grossen Exemplaren weit stärker ausgeprägt, als auf den kleineren, aber bei allen ist sie ganz von derselben Anordnung, wie bei dem Asp. ornatissimus und speciosus; zu denen wir daher jetzt gleich übergehen wollen.

1. a. Asp. ornatissimus *Ag.*

Ag. II. b. p. 138 tab. 47. — *Asp. speciosus.* Ag. II. b. p. 137 tab. 45.

Ich habe guten Grund, die beiden Arten von Agassiz, den Asp. ornatissimus und speciosus zusammen zu fassen, wie gleich im Nachfolgenden erwiesen werden soll.

a) *Asp. ornatissimus Ag.* Agassiz konnte diese Art nur auf ein einziges, aber freilich sehr ansehnliches Fragment von einem Aspidorhynchus begründen, das von Solenhofen stammt. Es stellt das Mittelstück des Körpers dar, dem vorn der Schädel mit einem Theile des Vorderrumpfes fehlt und das rückwärts gleich hinter der Rücken- und Afterflosse abgebrochen ist. Der Rumpf ist in der Mitte 3″ 3‴ breit, woraus sich auf ein sehr grosses Exemplar von gegen 3 Fuss Länge schliessen lässt. Die Runzelung der Schuppen ist sehr stark ausgeprägt und es genügt, hier nur die der beiden grössten Reihen näher anzugeben. In dem vordern Rumpfstück nämlich sind die Schuppen der obern Reihe, über welche die Seitenlinie verlauft, etwas mannigfaltiger gerunzelt, als auf der unter ihr liegenden Reihe. Die Runzeln verlaufen zwar auf beiden im Allgemeinen hinterwärts, dabei etwas gekrümmt und öfters unterbrochen, aber in der obern Reihe haben die Runzeln in

der untern Hälfte mehr einen abwärts gerichteten und dabei vielfach in einander verflochtenen und gewundenen Verlauf. Weiter rückwärts, wo die Schuppen allmählig immer kleiner werden, nehmen die Runzeln überhaupt mehr eine horizontale Richtung an, ohne doch Krümmungen auszuschliessen.

Neuerdings ist uns aus der herz. Leuchtenberg'schen Sammlung ein zweites Exemplar des Asp. ornatissimus von Eichstädt zugekommen. Ebenfalls nur ein Fragment, das aber von den Bauchflossen an die ganze hintere Körperhälfte vollständig aufbewahrt hat; bei einer Länge von fast 10″ hat es vorn eine Breite von 2″ 9‴, ist also merklich kleiner als das vorige Exemplar, kommt aber in seinen Grössenverhältnissen mit unserem Nr. III von Asp. acutirostris überein. Die Runzelung der Schuppen stimmt in allen Stücken mit der des grossen Exemplares von Asp. ornatissimus überein.

Vergleicht man nun aber die Beschuppung des Asp. acutirostris mit der des Asp. ornatissimus, so weisen unsere zahlreichen und in allen Grössen vorkommenden Exemplare des ersteren eine vollkommen gleichförmige Runzelung der Schuppen mit letzteren auf. Diess gibt schon das Exemplar zu erkennen, welches Agassiz auf Tab. 46 abbildete und von mir als Nr. II des Asp. acutirostris aufgeführt wurde; das Gleiche zeigen alle die andern Exemplare, bei welchen die Aussenseite der Schuppen oder doch ihre Eindrücke erhalten sind. Hiemit ist zur Genüge erwiesen, dass Asp. acutirostris und ornatissimus zu einer und derselben Art gehören.

b) *Asp. speciosus Ag.* Auch von dieser Art hat Agassiz nur das einzige, in der Münster'schen Sammlung aufbewahrte Exemplar von Kelheim gekannt, das ebenfalls bloss die hintere Körperhälfte in einer Länge von 10″ aufzuweisen hat. Die Länge von der Bauchflosse bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt 8″, die grösste Rumpfbreite 2″ 2‴. Schon die Beschreibung, welche Agassiz vom Verlaufe der Runzeln auf den Schuppen gibt, noch mehr die unmittelbare Vergleichung der

Exemplare belehrt, dass in dieser Beziehung Asp. speciosus und ornatissimus ganz miteinander übereinstimmen. Die Abbildung, welche Agassiz publicirte, gibt nicht mit gehöriger Genauigkeit die Ornamentur der Schuppen an.

Ein zweites Fragment, ebenfalls von Kelheim, verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Apothekers und Bürgermeisters *Mack* in Reichenhall. Dasselbe besteht in einem über 10″ langen Panzer-Abdruck, an dem sich noch die Afterflosse und ein Eindruck der einen Bauchflosse erhalten hat. Vor der Afterflosse beträgt die Rumpfbreite 2″ 9‴, vor der Bauchflosse 3″ 4‴; dieses Exemplar hatte demnach Dimensionsverhältnisse, die mit denen des grossen Fragmentes von Asp. ornatissimus übereinkommen. Was aber noch wichtiger, ist der Umstand, dass wir grosse Stücke des Panzers, der sich ganz vom Gesteine ablöste, selbst besitzen, und zwar hat sich derselbe in einer Weise abgesondert, dass seine beiden Seiten fest auf einander gepresst sind und demnach die Schuppen beiderseits ihre Aussenfläche und zwar in ganz unbeschädigtem Zustande darbieten. Man kann sich hiedurch vollständig überzeugen, dass die Skulpturen der Schuppen von gleichem Typus mit denen des Asp. ornatissimus und acutirostris sind.

Noch hat Agassiz zur Unterscheidung des Asp. speciosus vom Asp. ornatissimus angegeben, dass bei jenem die untern, festen, schmalen und glatten Schuppenreihen minder zahlreich als bei diesem sind. Bei dem ihm vorgelegenen Exemplare gewinnt es allerdings einen solchen Anschein, weil die Reihen der Bauchschuppen übereinander geschoben sind; bei unserem grossen Fragment aber zeigt es sich, dass sie in gleicher Ausdehnung und Zahl wie beim Asp. ornatissimus vorkommen.

Aspidorhynchus acutirostris, ornatissimus und speciosus bilden demnach nur eine und dieselbe Art.

2. Asp. mandibularis *Ag.*

Ag. II. b. p. 138, 296. — ? *Asp. lepturus Ag.* p. 139, 296. *Var. a. Asp. longissimus. Münst.* Jahrb. f. Min. 1842 S. 44.

Seinen *Asp. mandibularis* charakterisirt Agassiz in folgender Weise: verwandt mit Asp. speciosus, aber schlanker und mit glatten Schuppen; Unterkiefer merklich schmäler als bei Asp. acutirostris und mit geradem unteren Rande; Bauchschuppen so schmal, dass sie feinen Streifen gleichen; Zähne lang, unregelmässig und sehr scharf. — Den *Asp. lepturus* bezeichnet Agassiz als dem Asp. mandibularis nahe stehend, aber kleiner und vielleicht nur eine Altersvarietät; Unterkiefer sehr kurz und breit, Schwanzflosse klein mit dünnen Strahlen, Schuppen glatt; von Kelheim.

In der hiesigen Sammlung findet sich nur ein einziges Exemplar, das von Agassiz als Asp. mandibularis etikettirt ist; ebenso ist das Original-Exemplar von Asp. lepturus vorhanden. Ausserdem sind von Eichstädt noch 3 Exemplare zugekommen, die in der Grösse das Mittel zwischen beiden halten. Alle diese Individuen sind die kleinsten, die wir überhaupt von der Gattung Aspidorhynchus besitzen. Nachstehende Tabelle zeigt die hauptsächlichsten Dimensionsverhältnisse von Asp. mandibularis und lepturus, wozu ich noch die des kleinsten von unserem Asp. acutirostris beigefügt habe.

	Asp. mandibul.	Asp. lepturus	Asp. acutir.
Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse . .	14″ 4‴	9″ 0‴	14″ 9‴
„ des Schädels	3 11	2 2	4 3
Breite vor den Bauchflossen	1 4		1 6
„ „ der Afterflosse	1 1½		1 2

Um zuerst vom *Asp. mandibularis* zu sprechen, so zeigt die Tabelle an, dass derselbe schmächtiger ist, als ein fast gleich grosses Exemplar des Asp. acutirostris, doch ist bemerklich zu machen, dass er einigermassen dadurch an Breite verloren hat, dass der Bauchrand nicht flach

ausgebreitet, sondern etwas in die Höhe gebogen ist. In der Bildung des Unterkiefers kann ich keinen Unterschied von Asp. acutirostris finden; derselbe ist verhältnissmässig fast eben so breit und gebogen, wie bei letzterem. Die Schuppen zeigen sich nur von der Innenseite und sind demnach wie bei allen Schmelzschuppern glatt; die Beschaffenheit ihrer Aussenfläche bleibt daher unbekannt. Ausser der etwas schlankeren Leibesform gibt es also für dieses Exemplar des Asp. mandibularis kein anderes Merkmal, woraus auf eine specifische Verschiedenheit von Asp. acutirostris geschlossen werden könnte.

Der *Asp. lepturus* ist beträchtlich kleiner, und wenn er dabei unverhältnissmässig schmal erscheint, so kommt diess lediglich davon her, dass die untersten Schuppenreihen sämmtlich weggerissen sind. Der Hintertheil des Schädels zeigt sich merklich dicker, als bei Asp. mandibularis, was aber doch nur davon herrührt, dass derselbe nicht im Profil, sondern von oben her gesehen wird, und dass der Unterkiefer etwas abwärts geschoben und nicht wie bei letzterem an den obern angepresst ist; übrigens ist dieser Kiefer ähnlich wie bei Asp. mandibularis und acutirostris geformt. Auch bei diesem Exemplare ist fast bei allen Schuppen nur die Innenseite sichtlich und daher ihre Beschaffenheit auf der Aussenseite nicht zu ermitteln. Nach wiederholter Prüfung kommt es mir jetzt höchst wahrscheinlich vor, dass dieser Asp. lepturus nichts anders ist, als der Belonostomus Kochii, der die vordere Hälfte des Unterkiefers verloren hat, und an dem das Bruchende vermittelst der Radiernadel zugespitzt worden ist. Beide stammen von Kelheim her.

Ausser diesen beiden Exemplaren, die schon Agassiz bekannt waren, sind nun noch 3 andere von Eichstädt zugekommen. Das grösste derselben hat die ganze Vorderhälfte des Körpers aufbewahrt; bei einer Schädellänge von 3″ $5\frac{1}{2}$‴ hat der Rumpf eine Breite von 1″ $3\frac{1}{2}$‴ und kommt daher an Grösse wie auch in der ganzen Leibesform dem Asp. mandibularis sehr nahe. Von den beiden andern Exemplaren sind nur die Schädel, jeder in einer Doppelplatte, vorhanden; der eine derselben

ist 3″ 2‴, der andere 2″ 11‴ lang. Beide sind demnach merklich kleiner als der des Asp. mandibularis, aber erheblich grösser, als der des Asp. lepturus. Nach ihrer Form kommen diese Schädel sowohl mit der der eben genannten beiden Arten als mit der des Asp. acutirostris überein.

Zwischen Asp. acutirostris einerseits und Asp. mandibularis nebst lepturus andererseits weiss ich demnach keinen andern Unterschied zu bezeichnen, als dass letztere beide eine etwas schlankere Leibesgestalt als jener haben, was freilich zur Feststellung einer specifischen Differenz kaum ausreichen dürfte.

2. a. Asp. longissimus *Münst.*

Münst. im Jahrb. f. Min. 1842 S. 44.

Ich komme jetzt auf ein Exemplar zu sprechen, das Münster von Pointen in der Oberpfalz acquirirte und als Asp. longissimus benannte. Dasselbe ist vollständig erhalten, aber nur als Abdruck, indem es alle seine Schuppen, mit Ausnahme der des Schwanzstieles, verloren hat.

Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse . . .	24″	4‴
„ des Schädels	6	3
Breite des Rumpfes vor der Bauchflosse	2	4
„ „ „ „ „ Afterflosse . . .	1	11

Im Vergleich mit einem gleich grossen Asp. acutirostris hat dieses Exemplar eine merklich schmälere Form und auch der Unterkiefer — wenn anders sein Umriss vollständig conservirt ist — erscheint schmäler und mehr geradlinig als bei jener Art. Von der Beschuppung ist nur noch die des Schwanzstieles aufbewahrt und die Schuppen desselben sind glatt, doch erregt ihr matter Glanz Bedenken, ob die Schmelzlage nicht etwa abgesprungen ist, zumal da es den Anschein gewinnt, als ob auf dem übrigen schuppenlosen Rumpfe einige Spuren von Runzel-Eindrücken wahrnehmbar seien. So bleibt denn zur Unterscheidung

dieses Exemplares von Asp. acutirostris als sicher gestelltes Merkmal nur die schlankere Leibesform über, und da dieses zugleich das einzige ist, wodurch Asp. mandibularis mit den ihm verwandten Formen von jener Art differirt, so habe ich den Asp. longissimus vor der Hand an den Asp. mandibularis angereiht, so beträchtlich er auch letzteren an Grösse übertrifft.

3. Asp. obtusirostris *Wagn.*

Ein schönes, in einer Doppelplatte vorliegendes Exemplar von Eichstädt veranlasst mich zur Aufstellung einer neuen Art, welche sowohl durch die Kürze als durch die Dicke ihres Oberkiefers sehr auffallend von den andern verschieden ist. Während nämlich bei Asp. acutirostris, mandibularis und longissimus der Oberkiefer in eine sehr lange, schlanke, allmählig sich verdünnende, feine Spitze ausläuft, so ist bei vorliegendem Exemplare der Oberkiefer nicht bloss erheblich kürzer, sondern er läuft in fast gleicher und dabei ansehnlicher Breite nach vorn aus, um hier in stumpfer, kolbiger Abrundung zu endigen. Im Uebrigen stimmt dieses Exemplar mit den beiden andern Arten überein und hält hinsichtlich seiner Breite das Mittel zwischen ihnen. Da die Schuppen fast durchgängig nur die Innenseite aufzeigen und die wenigen, welche von der Aussenseite sichtlich sind, ihren Schmelzbesatz verloren haben, so lässt sich nichts Sicheres sagen, ob die Schuppen auf der Aussenfläche glatt oder gestreift waren; nach einigen Anzeichen scheint Letzteres der Fall zu sein.

Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse . . .	19″	0‴
Vorsprung des Oberkiefers über dem Unterkiefer .	1	2
Vom vordern Augenhöhlenrande bis zum Oberkieferende	2	5
Breite des Rumpfes vor den Bauchflossen . . .	1	9

Unter den vielen Exemplaren, welche die hiesige Sammlung von der Gattung Aspidorhynchus besitzt, ist vorliegendes das einzige, wel-

ches eine von allen übrigen abweichende Form des Oberkiefers aufzuweisen hat.

XIX. Belonostomus *Ag.*

Obwohl zwischen Aspidorhynchus und Belonostomus keine scharfe Grenzlinie zu ziehen ist, so ist es doch räthlich, letztere Gattung beizubehalten, weil sie wenigstens für die meisten Arten herzustellen ist. Bei der Mehrzahl derselben ist nämlich der Unterkiefer von gleicher oder fast gleicher Länge mit dem Oberkiefer, was dann entschieden die Gattung Aspidorhynchus ausschliesst. Wenn aber auch eine Art von Belonostomus sich durch die Kürze ihres Unterkiefers an Aspidorhynchus annähert, so bleibt doch noch als trennendes Merkmal ihre weit schlankere, schmächtigere Form übrig, indem statt dreier Längsreihen grosser Schuppen bei Belonostomus eigentlich nur Zwei entwickelt sind. Auch sind bei letzterer Gattung die Zähne an Grösse unter sich mehr verschieden, als bei der andern. Uebrigens ist die Beschuppung ganz wie bei Aspidorhynchus und die Einfügung der Schuppen von der nämlichen Weise. Eine grosse Schwierigkeit ist die Bestimmung der Arten, indem die Exemplare gewöhnlich sehr beschädigt sind, zumal an ihren Kiefertheilen, wo dann eine sichere Deutung unsicher oder selbst unmöglich gemacht wird. Agassiz hat 6 Arten unterschieden, von denen mir nur 4 als mehr oder minder sicher begründbar erscheinen. Diese Gattung hat eine weite Verbreitung, da Ueberreste von ihr auch bei Nusplingen und Cirin gefunden wurden[1].

---

1) *Thiollière* führt von Cirin sogar 2 Arten auf: *B. tenuirostris* und *B. Münsteri Ag.* Indess muss er sehr schlecht erhaltene Exemplare vor sich gehabt haben, indem er die Schuppen des Belonostomus mit denen von Leptolepis in Uebereinstimmung findet. Diess ist jedoch grundirrig, da Belonostomus dieselbe Beschuppung wie Aspidorhynchus hat.

1. B. Münsteri *Ag.*

Ag. II. b. p. 141 tab. 47ª fig. 2.

Eine der grössten Arten, da sie 12—14″ lang wird und zugleich eine der häufigsten, die insbesondere bei Daiting sich einstellt. Die Kiefer sind schlank, mittellang, weit gespalten und ihrer ganzen Länge nach mit Zähnen besetzt. Bei einer Länge von etwas über 12″ beträgt die grösste Breite des Rumpfes 1″ 2‴, die Entfernung von dem vordern Augenhöhlenrand bis zur Oberkieferspitze fast 2″. Die Wirbel sind in der Schwanzgegend etwas länger als hoch.

Mit dem Namen *B. speciosus* habe ich ein aus der Häberlein'schen Sammlung stammendes Exemplar bezeichnet, das in seinem ganzen Skelete vorliegt und 14″ lang ist. Der Schädel, insbesondere der Unterkiefer, erscheint hier weit robuster, als bei den andern Exemplaren, was aber wohl nur davon herrührt, dass diese sämmtlich einen grossen Theil ihrer Knochenmasse verloren haben. Besonders zahlreich treten die Zähne in der hintern Hälfte des Unterkiefers auf; im Anfange des vordern Drittels mengen sich einige grössere ein. Mit sehr zahlreichen kleinen Zähnen sind auch die Gaumenbeine besetzt. Die Wirbel, an Zahl 72, sind sehr kräftig, im grössten Theile ihres Verlaufes höher als lang, zuletzt aber an Länge zunehmend; alle ihre Fortsätze sind sehr kurz. Länge des Unterkiefers bis zum hintern Winkel 2″ 9‴, Breite an den hintersten Zähnen 3½‴, Entfernung der Oberkieferspitze vom vordern Augenhöhlenrande 2″ 2‴. — Ich möchte in diesem Exemplare nur die grösste und kräftigste Form, in welcher der B. Münsteri auftritt, anerkennen.

2. B. Kochii *Münst.*

Münst. im Jahrb. f. Min. 1836 S. 581. — *Ag.* II. b. p. 143.

Obwohl Agassiz diese Art, die nur auf ein einziges Exemplar von Kelheim begründet wurde, annimmt, so weist er doch zugleich auf ihre

Verwandtschaft mit B. Münsteri hin. Wie bei diesem sind die Kiefer gleich lang, aber nicht bloss diese, sondern auch der übrige Schädel und der ganze Leib ist ungleich schlanker und schmächtiger, als bei jenem. Länge des Körpers 10″ 5‴, Entfernung des vordern Augenhöhlenrandes von der Oberkieferspitze 1″ 6‴, Breite des Rumpfes kaum 1″ erreichend. — Wie schon vorhin erwähnt, betrachte ich als ein zweites Exemplar dieser Art den Aspidorhynchus lepturus *Ag.*, der ebenfalls von Kelheim herstammt. Beide zeichnen sich durch eine glänzend rothbraune Färbung aus. — Ein anderes, ebenfalls von Kelheim stammendes Exemplar, das Münster als *B. longimanus* bezeichnete, und das etwas kleiner ist, möchte ich ebenfalls hieher stellen, wenn es nicht etwa als jüngeres Exemplar von B. Münsteri anzusehen wäre.

3. B. sphyraenoides *Ag.*

Ag. II b. p. 140 tab. 47ª fig. 5. — *B. brachysomus Ag.* II b. p. 297.

Anfänglich hatte Agassiz die beiden Exemplare, die ihm vorlagen, in zwei Arten geschieden, die er später wieder vereinigte. Mit B. Münsteri findet er diesen B. sphyraenoides in Uebereinstimmung dadurch, dass beide Kiefer gleich lang sind, unterscheidet ihn aber von jenem, dass der Schädel verhältnissmässig minder lang, die Kiefer robuster und die Wirbel höher als lang sind; zugleich ist der Rumpf sehr schlank. Ueber den Unterschied von B. Kochii gibt Agassiz nichts an. Will man ihn indess von selbigem trennen, so liegt die Differenz darin, dass bei B. sphyraenoides die Grösse beträchtlich geringer und zugleich der Körper auffallend schmächtiger ist. Die Länge des abgebildeten Exemplares ist 6″ 9‴, die Entfernung des vordern Augenhöhlenrandes von der Oberkieferspitze ist 1″ 4½‴, die Breite des Rumpfes fast 7‴. Fundstätten sind Eichstädt und Solenhofen. — Zu dieser Art könnte auch *B. angustus Münst.* von Kelheim und Zant gehören, doch sind an den

2 Exemplaren beide Kiefer abgebrochen, so dass eine sichere Bestimmung nicht möglich ist.

4. B. tenuirostris *Ag.*

Ag. II b. p. 143, 297. — *B. subulatus Ag.* p. 143, 297.

Nächst B. Münsteri die häufigste Species, welche bei Solenhofen und Eichstädt gefunden wird, und die sich von den 3 vorhergehenden Arten schon gleich dadurch auffallend unterscheidet, dass die beiden Kiefer nicht gleiche Länge haben, sondern der obere um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ länger als der untere ist. Die ganze Leibesform ist schlank und zierlich, was insbesondere auch von dem Schädel und dem sehr langen Oberkiefer gilt, der in einer Flucht von jenem auslaufend allmählig sich immer mehr verdünnt und mit einer feinen Spitze endigt. Sowohl in dem Längenverhältniss des Oberkiefers zum Unterkiefer, als auch in dem zur ganzen Körperlänge gibt es nach den Individuen mancherlei Verschiedenheiten, die ein ziemliches Schwanken in diesen Beziehungen kundgeben. Einige Ausmessungen verschiedener Exemplare mögen diess näher erläutern.

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.	Nr. 4.	Nr. 5.
Ganze Körperlänge . .	12″ 2‴	12″ 2‴	10″ 2‴	8″ 2‴	3″ 9‴
Vom vordern Augenrande zur Oberkieferspitze .	2 6	2 11	2 11	1 10	0 11

Bei einem einzelnen Schädel beträgt die letztere Entfernung sogar 3″ 5‴. — Die Wirbel sind, wie schon Agassiz angibt, länger als hoch. Nur bei einem Exemplare, dessen Maasse ich unter N. 4 angab, sind sie merklich höher als lang; ich habe daher dasselbe als Var. brevivertebralis bezeichnet.

Auch den *B. subulatus Ag.* möchte ich mit B. tenuirostris vereinigt wissen. Er beruht auf einem einzigen Exemplare, das gleich an der Afterflosse abgebrochen und dessen Schädel nur im Abdrucke aufbewahrt ist. Die Länge bis zur Afterflosse beträgt 6″ 9‴; die Entfer-

nung des vordern Augenrandes von der Oberkieferspitze ohngefähr 2″, die Breite des Rumpfes 7½‴. Agassiz sagt nichts weiter als: „eine sehr schlanke, mit B. Münsteri verwandte Art, deren Oberkiefer um ⅓ länger ist, als der untere". Nach vorstehenden Angaben halte ich es nicht für zulässig, in diesem B. subulatus eine selbstständige Art anzuerkennen, wohl aber könnte er zugleich mit andern Exemplaren bei denen der Unterkiefer nicht in demselben Maasse als bei den übrigen verkürzt ist, als besondere Varietät des B. tenuirostris erklärt werden [1].

B. G. disciferi. Scheibenschupper.

Schuppen dünn, kreis- oder scheibenförmig, mit schwachem Schmelzbelege, ohne gegenseitige Ineinanderfügung, indem sie nur dachziegelartig übereinander liegen. — In dieser Abtheilung kommen die sämmtlichen Stadien in der Entwicklung der Wirbelsäule zum Vorschein, indem die Einen es bloss zu einer nackten Rückensaite, theils ohne, theils mit Halbwirbeln bringen, während die Andern vollständige Wirbelkörper wie bei den ächten Knochenfischen erlangen. Die Scheibenschupper bilden 4 Familien: *Hohlstachler*, *Salmschupper*, *Breitschwänze* und *Kahlflosser*.

---

1) Noch führt Agassiz eine Art als *B. ventralis* auf mit folgender Charakteristik: „sehr gestreckte Art mit grossem und dickem Kopfe, Strahlen der Bauchflossen kurz und breit, letztere Flosse sehr abgerückt". Das einzige Exemplar von Solenhofen, das davon vorliegt, befindet sich in einem sehr beschädigten Zustande: der Schädel ist zerquetscht, die beiden Kiefer sind abgebrochen und die Schwanzflosse nebst einem Stück des Schwanzstieles fehlt. Die Länge dieses Ueberrestes, wie er vorliegt, ist noch 13″; der Rumpf hat eine Breite von 1″. Was von den Bauchflossen ausgesagt ist, gilt für alle Arten von Belonostomus, und da die beiden Kiefer verstümmelt sind, so muss ich dieses Exemplar unbestimmt lassen.

V. Familie.

COELACANTHI. HOHLSTACHLER.

Eine der auffallendsten Formen unter allen Ganoiden sowohl dadurch, dass die nackte Rückensaite die ganze Schwanzflosse durchbohrt und über sie hinausragt und dieses freie Ende beiderseits mit gegliederten Strahlen besetzt ist, als auch dadurch, dass die Strahlen der Schwanzflosse nicht unmittelbar mit den Dornfortsätzen in Verbindung stehen, sondern diese erst durch eingeschobene Zwischenstrahlen vermittelt wird. Die Rückensaite ist ganz nackt, indem sie nicht einmal Halbwirbel hat, so dass die Dornfortsätze, die knöchern sind, mit einer Art Gabel unmittelbar der Rückensaite, oben wie unten, ansitzen. Alle Flossen sind vorhanden, die Brustflosse beiderseits und die Rückenflosse sogar doppelt, und sämmtliche Flossen sind gegliedert, aber ihre Strahlen ungetheilt. Von dieser Beschaffenheit sind wenigstens die 3 Gattungen: Macropoma, Coelacanthus und Undina, auf welche ich zunächst diese Familie beschränke. Bei beiden letzteren Gattungen sind die Knochenstrahlen hohl; von Macropoma ist dieses Verhalten noch nicht sicher erhoben. Uebrigens ist das Vorkommen hohler Dornfortsätze und Strahlenträger kein dieser Familie ausschliessliches Merkmal, da es auch an gewissen Pycnodonten und Stören beobachtet wurde[1]. Die Schuppen sind gross, dünn, hinten abgerundet und wenigstens bei Macropoma mit Schmelz belegt. In den lithographischen Schiefern ist die Familie der Coelacanthi durch die Gattung *Undina* repräsentirt.

XX. Undina *Münst.*

Münster stellte schon im Jahre 1834 die Gattung Undina auf, vereinigte sie aber später mit Coelacanthus, nachdem ihm diese Gattung aus der Beschreibung von Agassiz bekannt geworden war. Letzterer

---

1) Vgl. *Heckel* in den Wiener Denkschriften XI S. 9.

billigte indess diese Vereinigung nicht, indem er auf den wesentlichen Unterschied in der Bildung der Zähne hinwies. Dasselbe gilt für Macropoma, das nach der Zähnelung der Flossenstrahlen und, wie es scheint, auch nach der Beschaffenheit der Beschuppung mit Undina noch näher verwandt ist. Von letzterer Gattung hat Münster 2 Arten, beide von Kelheim, aufgestellt, nämlich U. striolaris und U. Kohleri; eine dritte von Cirin hat ihr Thiollière als U. cirinensis beigefügt und neuerdings habe ich von letzterem Fundorte ebenfalls eine neue Art erhalten, die ich als U. minuta bezeichnete. Da Agassiz und Münster die Eigenthümlichkeiten dieser Familie schon hinreichend erörtert haben, so kann ich mich mit einigen ergänzenden Bemerkungen begnügen.

Ueber die Beschaffenheit der *Zähne* lassen unsere beiden Exemplare keinen befriedigenden Aufschluss zu. Bei dem einen fehlen sie ganz, bei dem andern sind sie zugleich mit den Kiefern in einem sehr beschädigten Zustande. Was man an dem sehr verdrückten und verbrochenen Unterkiefer noch sehen kann, ist etwa folgendes. Auf seiner linken Hälfte sitzt zuvörderst eine unregelmässig ovale Platte von einer Linie Durchmesser, die dicht mit glatten, aufrechtstehenden, zitzenförmigen und stumpfspitzigen Wärzchen besetzt ist. Hinter dieser zeigt sich eine zweite, aber schmälere Platte mit ähnlichen Wärzchen. Ihr folgt hinterwärts eine dritte ähnliche, etwas kleinere Platte; während aber bei der zweiten ihr Längsdurchmesser quer zur Axe des Kiefers steht, liegt er bei der dritten Platte in gleicher Richtung mit letzteren. Dass gegen das Vorderende des rechten Kieferastes ähnliche Zahnplatten vorkommen, lässt sich nur aus ihren hinterlassenen Stümmeln schliessen. — Aehnliche Zähne sind bisher von Coelacanthus und Macropoma nicht bekannt geworden; mit Zähnen von Gyrodus, mit denen sie verglichen wurden, haben sie jedoch keine Aehnlichkeit[1].

---

1) Ueber den Zahnbau macht *Thiollière* in seinem grossen Werke S. 10 Folgendes bemerklich: „Die Zahnplatten sind nicht allein wie die der U. Kohleri

Bekanntlich ist bei den Coelacanthen die Schwanzflosse noch dadurch ausgezeichnet, dass bei ihr zwischen den Dornfortsätzen und den Flossenstrahlen eigenthümliche Flossenträger eingeschoben sind, was ein sonst ungewöhnliches Verhalten ist. Dagegen nehme ich jetzt an den hiesigen Exemplaren wahr, dass den beiden Rückenflossen nebst der Afterflosse die gewöhnlichen Flossenträger ganz fehlen, wofür an ihre Stelle eigenthümliche gabelförmige, am Vereinigungspunkt in eine flache Scheibe ausgebreitete Gebilde treten. Schon auf der Abbildung, welche Agassiz von Macropoma Mantellii tab. 65[a] gibt, sieht man in einiger Entfernung von der zweiten Rückenflosse eine solche Scheibe mit ihrer Gabel; eben so deutlich stellt sich dieselbe an unsern Exemplaren von Kelheim und Cirin ein und zwar immer in der Weise, dass der untere Zinken zwischen die Enden der Dornfortsätze eingreift, während der andere horizontal über letztere sich ausstreckt. Vor der ersten Rückenflosse findet sich eine ähnliche Scheibe mit ihrer Gabel, aber dicht an die Flosse selbst angerückt. Auch vor der Afterflosse stellt sich eine ähnliche Gabel mit länglicher Scheibe ein, liegt aber horizontal und ist von der Flosse ziemlich abstehend.

An den Exemplaren von Kelheim war nichts von den Rippen wahrzunehmen; dagegen zeigen sie sich sehr deutlich an der U. minuta von Cirin; sie sind sehr kurz und sitzen bloss mit einem Knöpfchen unmittelbar der nackten Rückensaite an.

Thiollière hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass über der gewöhnlichen Brustflosse noch eine andere ansitze, die er als nageoire scapulaire bezeichnete. An unsern Exemplaren von Kelheim kann man von diesem Verhalten nichts wahrnehmen, wohl aber an der U. minuta,

---

und striolaris granulirt, sondern auch mit mehr oder minder spitzen Zähnen bedeckt, wovon die einen sehr klein, die andern viel grösser sind. Die Contur der Platten ist nicht viereckig, sondern unregelmässig oval. Ausserdem sehe ich einige isolirte konische Zähne am Vordertheil des Mundes.

wo beide Flossen deutlich vorliegen. Wahrscheinlich stossen dieselben an einer gemeinschaftlichen Basis zusammen. Doch kann ich hierüber keine Gewissheit geben, da an letzterwähntem Exemplare gerade an dieser Stelle ein breiter Riss durch die Platte geht.

Noch habe ich es als einer Merkwürdigkeit zu gedenken, dass ähnlich wie bei Macropoma bei unsern 3 Exemplaren von Kelheim und Cirin der grosse cylindrische Magen mit glatter, schaliger Wandung zu erhalten sich darstellt.

Münster kannte von dieser Gattung 5 Exemplare, die sämmtlich bei Kelheim gefunden wurden, und wovon uns mit seiner Sammlung 2 zugekommen sind, aus deren jedem er eine besondere Art errichtete.

1. U. penicillata *Münst.*

Münst. im Jahrb. f. Min. 1834 S. 539. — *Coelanthus striolaris* u. *Kohleri. Münst.* a. a. O. 1842 S. 38; Beiträge V S. 56 tab. 2. — *Ag.* II b. p. 171.

Die beiden Arten von Münster scheinen mir nur auf einer Verschiedenheit des Erhaltungszustandes und der Grösse zu beruhen.

Var. a) U. Kohleri Münst. — Ein grosses, aber sehr mangelhaftes Exemplar, dessen Länge etwas über 13″ und die grösste Breite der Schwanzflosse 3″ 4‴ beträgt. Die Strahlen der Schwanzflosse sind auf ihrer Aussenseite und die der Bauchflossen auf ihrer Vorderseite sägenartig gezähnt, ein Merkmal, was auch bei Macropoma, aber nicht bei Coelacanthus vorkommt. Die Schuppen, von denen einige Reste wahrnehmbar sind, kommen ebenfalls mehr mit ersterer, als mit letzterer Gattung überein, denn ähnlich wie bei Macropoma auf Tab. 65^{b} von Agassiz, sind die Schuppen hinten zugespizt und mit kleinen Längswulsten (von Münster mit Fliegeneiern verglichen) versehen, nur sind letztere ungleich spärlicher, von einander isolirt und reichen nicht bis zum Schuppenrande.

Var. b) U. striolaris Münst. — Ein kleineres Exemplar, das zwar

seinen Körperumriss gut erhalten hat, in manchen Stücken aber doch dem vorigen nachsteht. Während nämlich bei U. Kohleri die Knochenmasse bestens conservirt ist, beruht die U. striolaris grösstentheils nur auf einem Abdruck, wo die Conturen nicht immer scharf ausgeprägt sind und daher weder die Zähne an den Flossenstrahlen, noch Form und Granulirung der Schuppen sicher wahrnehmbar ist[1].

VI. Familie.

CATURINI. SALMSCHUPPER.

Gestalt oval, Zähne spitz und in einfacher Reihe auf den Kiefern; die nackte Rückensaite mit getrennten Halbwirbeln oder ringförmigen Hohlwirbeln.

---

1) Aus der älteren Sammlung liegt eine kleine Platte aus dem lithographischen Schiefer vor, worauf ein Bruchstück von der zweiten Rückenflosse einer Undina abgelagert ist. Dasselbe besteht aus 5 ganzen Flossenstrahlen und den Endspitzen von 2 andern; sämmtlich in geschlossener Reihe. Die vollständigen Strahlen haben eine Länge von 3″ 6‴, sind also doppelt so lang als bei U. Kohleri, was demnach auf ein doppelt so grosses Thier schliessen lässt. Sowohl nach dieser ansehnlichen Grösse, als noch mehr aus dem Umstande, dass die Strahlen weit enger und daher weit zahlreicher als bei den beiden Exemplaren von Kelheim gegliedert sind, lässt sich auf eine besondere Art schliessen. Einstweilen habe ich diese Platte mit dem Namen *Undina major* bezeichnet. — Wie schon erwähnt, hat *Thiollière* nach einigen, wenngleich mangelhaften Exemplaren von Cirin eine *U. cirinensis* aufgestellt, die er von U. penicillata dadurch unterscheidet, dass sie etwas kleiner sei und dass sich die Schwanzflosse nicht so lang am Rumpfe hinziehe, und ihre grossen Strahlen minder zahlreich (15 oben, 13 unten) wären. Diese Art, die mir nicht streng genug begründet erscheint, kenne ich nicht; dagegen habe ich von Cirin ein Exemplar erhalten, bei dem schon seine geringe Grösse von nur 6″ die Selbstständigkeit der Art wahrscheinlich macht: ich habe sie U. minuta benannt.

Hieher gehören die 3 Gattungen Caturus, Eurycormus und Liadesmus; mit letzterer dürfte wahrscheinlich Coccolepis zu verbinden sein.

XXI. Caturus *Ag.*

Wenn Agassiz von dieser Gattung, die er anfänglich *Uraeus* nannte, sagt, dass ihr vorwiegender Charakter darin bestehe, keinen vorspringenden Oberkiefer zu haben, so ist sie gleichwohl durch Zusammenfassung mehrerer Merkmale ungemein scharf von allen andern abzugrenzen. Diese Merkmale liegen in der Beschaffenheit ihrer Beschuppung, ihres Gebisses und ihrer Rückensäule.

Die Beschuppung ist sehr dünn, daher die Schmelzlage, deren Vorhandensein sogar von Einigen bezweifelt wird, sehr schwach. Die Schuppen sind ungezähnt, in der Vorderhälfte des Rückens rautenförmig, im weitern Verlaufe abgerundet; sie fallen leicht ab. Durch diese Beschaffenheit der Beschuppung schliesst sich Caturus an die Kreisschupper an und entfernt sich hiemit auffallend von den Rautenschuppern mit dicker Schmelzlage.

Nach dem Zahnsysteme gehört diese Gattung zu den am meisten räuberischen Fischen. Der Schnauzentheil des Schädels ist weit vorgestreckt und zugespitzt, die Mundspalte ist sehr lang und gerade, die Kiefer lang und schmächtig. Der Unterkiefer läuft vorn spitzig zu und dehnt sich hinten in einen langen, spitzen Winkel aus. Besonders charakteristisch ist der Oberkiefer, denn an ihm ist sehr leicht diese Gattung zu erkennen. Er gleicht einem schmalen Balken, der von seinem hintern Ende her anfangs etwas aufwärts, dann ein wenig abwärts und zuletzt wieder schwach aufwärts gebogen ist. Sowohl der Unter-, als Ober- und Zwischenkiefer sind mit einer einfachen Reihe langer, schmaler, kegelig zugespitzter und gleichförmiger Zähne gut besetzt; Ungleichförmigkeit entsteht nur dadurch, dass jüngere Zähne zwischen den älteren hereinbrechen. Auch der Vomer und die Gaumenbeine sind mit Zähnen versehen.

Ueber die Beschaffenheit der Rückensäule war man früher nicht im Klaren; Agassiz begnügt sich zu sagen: die Wirbel sind kurz und breit (hoch); Quenstedt gibt an: die Wirbelkörper pflegen zerstört zu sein. Erst Heckel zeigte, dass eigentliche solide Wirbel gar nicht vorhanden sind, und stellte Caturus zu derjenigen Gruppe von Ganoiden, bei welcher nur getrennte Halbwirbel vorkommen, d. h. halbe Hülsen, welche die weiche Rückensaite bloss oben und unten bedecken, an beiden Seiten aber völlig nackt lassen. Von dieser Beschaffenheit ist allerdings die Rückensäule bei der Mehrzahl der Arten von Caturus: zwischen den Halbhülsen der obern und untern Reihe bleibt ein nackter, glatter, unabgetheilter, breiter Raum, den am lebenden Thiere die weiche chorda dorsalis erfüllte. Von diesem Typus macht jedoch Caturus furcatus mit seinen Verwandten, dem C. maximus und latus, eine Ausnahme, die Heckel aus Mangel an geeigneten Vorlagen entgangen war. Man sieht hier nämlich an manchen Exemplaren, wenigstens stellenweise, vollständig erscheinende Wirbel neben einander liegen, die aber wie eingebrochen oder zerdrückt sich darstellen. An andern Stellen dagegen erkennt man, dass sie keineswegs solide Wirbelkörper bilden, sondern dass es Hohlwirbel sind in ähnlicher Weise wie bei Pholidophorus obscurus. An einem grossen Exemplare des C. furcatus von Kelheim ist auf eine Strecke hin die Vorderwand mehrerer solcher Wirbel weggebrochen und hat sich nur die hintere erhalten, zum Zeichen, dass sie innen hohl sind und also nur die Peripherie der Rückensaite umhüllen, wie diess der Fall ist mit denjenigen, welche Heckel als ringförmig verbundene Halbwirbel bezeichnete. Aechte Wirbel gehen also der ganzen Gattung Caturus ab; es zeigt sich jedoch an ihren Stellvertretern ein Unterschied: bei den einen, wie sie vorhin genannt wurden, hat die Rückensaite ringsum eine feste Umhüllung, bei allen andern bedeckt sie letztere nur oben und unten. Darnach eine Scheidung in 2 Gattungen vorzunehmen, erscheint mir nicht als nothwendig, es wird genügen, 2 Unterabtheilungen bei Caturus anzubringen.

Noch ist von der Wirbelsäule des Caturus bemerklich zu machen, dass in ihrem hintern Verlaufe die obern wie die untern Dornfortsätze sich so gedrängt auf einander legen, dass sie beiderseits eine geschlossene Wand bilden.

Agassiz hat 9 Arten von Caturus aus dem lithographischen Schiefer aufgestellt, doch hat er selbst schon die Bemerkung beigefügt, dass die Unterscheidung der Arten, zumal bei dem beschädigten Zustand der Exemplare, sehr schwierig sei, so dass manche Bestimmungen nur als provisorisch zu betrachten sein dürften. Von diesen 9 Arten habe ich 7 beibehalten, während ich den *C. macrodus* mit C. furcatus vereinigte und den *C. branchiostegus,* von dem nur ein Unterkiefer mit einer Parthie der Kiemenstrahlen vorliegt, unter den kleinern Arten, zu denen er gehört, nicht ausfindig machen konnte. — Diese Gattung kommt auch nicht selten bei Nusplingen und Cirin vor und von letzterem Orte unterscheidet Thiollière 5 Arten, nämlich 3 bekannte, C. furcatus, latus und elongatus, und 3 neue, C. velifer und C. Driani, von denen jedenfalls der vorletzt genannte eine bei uns nicht vorkommende Species ausmacht.

†) mit ringförmigen Hohlwirbeln.

1. C. maximus *Ag*

Ag. II p. 118, b. p. 294.

Ueber diese Art sagt Agassiz nichts weiter aus als: „eine merkwürdige Species wegen der ungewöhnlichen Länge ihrer Schwanzlappen, die bisweilen einen Fuss lang sind; die Schindeln, welche dem Hauptstrahle ansitzen, sind mehr losgelöst als bei C. furcatus.“ — Ausser einem 8″ langen Schwanzlappen, den Agassiz selbst als von C. maximus herrührend, etikettirte, ist neuerdings aus der Eichstädter Sammlung eine Schwanzflosse von ein Fuss Länge hinzugekommen. Ausserdem ist noch eine grosse Platte aus der Häberlein'schen Sammlung vorhanden,

mit einem Individuum, das ohne Schwanzflosse fast eine Länge von dritthalb Fuss erreicht. Leider ist dasselbe ganz zertrümmert, so dass eine detaillirte Beschreibung nicht gegeben werden kann, nur dass der Grössenunterschied von C. furcatus höchst beträchtlich ist. So misst z. B. an jenem grossen Individuum die Brustflosse, obgleich sie nicht vollständig ist, 5½″; einer der vordern Hohlwirbel ist 9 Linien hoch. Quenstedt besitzt gleichfalls ein Exemplar von dritthalb Fuss, dessen Schwanzflosse ¾ Fuss hoch ist. Fraas führt von Nusplingen eine Fuss grosse Schwanzflosse an. Nach Maassgabe unseres grössten Exemplares von C. furcatus würde der C. maximus von der Kieferspitze bis zur Mitte der Schwanzflosse eine Länge von 3 Fuss, also fast das Doppelte von C. furcatus erreicht haben. — Ausser der Grösse lässt sich kein weiterer Unterschied von C. furcatus angeben, so dass die Frage aufgeworfen werden kann, ob nicht der C. maximus das Maximum der Grösse des ersteren darstellt.

2. C. furcatus *Ag.*

Ag. II p. 116 tab. 56a. — *C. macrodus. Ag.* II p. 118, b. p. 294.

Von dieser Art, die Agassiz anfänglich als *C. nuchalis* bezeichnete, besitzen wir Exemplare von Solenhofen, Eichstädt, Kelheim und Daiting, also aus dem ganzen Verbreitungsbezirke des bayerischen lithographischen Schiefers; sie ist aber auch bei Nusplingen und Cirin gefunden worden. Die uns vorliegenden Exemplare haben eine Länge (bis zur Mitte der Schwanzflosse) von 11 bis 21 Zoll. Das grösste und sehr schön erhaltene von Eichstädt ist 21″ 4‴ lang und an der höchsten Wölbung des Rumpfes 6″ breit; die Rückenflosse ist 3″ und die Schwanzflosse 7″ lang. Es ist diess ein ganz regelmässig gestalteter Fisch von Lachsform, der gut beleibt war. Nicht selten finden sich aber Exemplare, deren Leib unförmlich ausgedehnt ist, bald nur nach dem obern und untern Rande hin, bald nach beiden zugleich.

Als zu C. furcatus gehörig, muss ich den *C. macrodus* bezeichnen, welchen Agassiz nach einem von Eichstädt herstammenden Exemplare der hiesigen Sammlung aufstellte. Es hat dasselbe eine Länge von etwas mehr als 11 Zoll und ist in einem sehr üblen Zustande, der eine sichere Bestimmung unmöglich macht. Schon Agassiz vermuthete, dass dieser Fisch nur eine Varietät des C. furcatus sein würde; und für diese Meinung spricht das ganze Ansehen desselben.

3. C. latus *Münst.*

Ag. II p. 117 tab. 56.

Dem einzigen, von Solenhofen herrührenden Exemplare aus der Münster'schen Sammlung, worauf Agassiz diese Art begründete, ist kein weiteres nachgefolgt, denn alle andern, die ihm zunächst stehen, gehören bereits der folgenden Art an. Es ist ein sehr regulär geformter Fisch, der jedoch seine ganze Beschuppung verloren hat. Seine Länge beträgt 8″, die grösste Rumpfbreite 2½″, die Rückenflosse ist 1″ 5‴ hoch, die Schwanzflosse am Aussenrande 2″ 8‴ lang. Losgetrennte, hinter einander liegende Halbbögen von ringförmig verbundenen Halbwirbeln zeigen sich im Vordertheil der Rückensäule in ähnlicher Weise wie bei dem Pholidophorus obscurus; sie sind auch in der Abbildung von Agassiz angedeutet. Bei der grossen Aehnlichkeit, die dieser C. latus mit C. furcatus darbietet, hält Agassiz es für leicht möglich, dass jener nur eine Altersabänderung des letzteren sein dürfte, womit ich gleichfalls übereinstimme.

††) ohne ringförmige Hohlwirbel.

4. C. cyprinoides *Wagn.*

Nach 3 sehr schönen Doppelplatten aus der Eichstädter Sammlung habe ich diese Art aufgestellt, die nach ihrer Grösse und breiten Leibesform die grösste Aehnlichkeit mit C. latus hat, sich aber sogleich

dadurch unterscheidet, dass sie keine ringförmigen Hohlwirbel hat, sondern dass zwischen den kurzen obern und untern Halbwirbeln ein breiter, glatter, unabgetheilter Zwischenraum liegt, den ehemals die weiche Rückensaite erfüllte. Dazu kommt nun noch, dass die Rückenflosse kürzer und die Schnauze spitziger ist. Das Gebiss ist sehr kräftig. Länge 9″, Rumpfbreite 2″ 7½‴, Rückenflosse 1″ 2‴ hoch, Schwanzflosse am Aussenrande 2″ 8 bis 11‴. Ein kleineres Exemplar ist nur 7″ lang.

5. C. microchirus *Ag.*

Ag. II p. 118, b. p. 294.

Agassiz konnte diese Art nur auf einen einzelnen, von Solenhofen stammenden Schädel, dem noch die Brustflossen beigefügt waren, begründen; vier in neuerer Zeit erhaltene vollständige Exemplare in Doppelplatten, von ersterem Fundorte und Eichstädt herrührend, bestätigen die Selbstständigkeit dieser Art. Sie hat viele Aehnlichkeit mit dem C. cyprinoides, ist auch noch von ziemlicher Breite, aber doch lange nicht in demselben Maasse, dabei ist der Leib kürzer zusammengedrängt, der Kopf ebenfalls kürzer, breiter und insbesondere sehr stumpf abgerundet. Mit Ausnahme der Schwanzflosse sind die übrigen Flossen von mässiger Entwicklung. Länge 6″ 4‴, Rumpfbreite 1″ 10‴; ein Exemplar ist kleiner und schlanker, ein anderes länger und breiter, als das gemessene, alle aber haben den kurzen abgerundeten Kopf.

6. C. elongatus *Ag.*

Ag. II p. 118, b. p. 293.

Es ist nur ein einziges Exemplar in der hiesigen Sammlung, das Agassiz mit diesem Namen etikettirte. Als auszeichnende Merkmale gibt er an, dass der Körper gestreckter ist, als bei jeder andern Art, fast in einer Flucht verlaufend, und dass Kopf und Rückenflosse gross

sind. Unser Exemplar ist nicht mehr im vollständigen Zustande und fehlt ihm auch die Schnauzenspitze. Die Länge desselben beträgt gegen 8″, die grösste Rumpfbreite kann nicht gemessen werden, da sich der Leibesumriss in der vordern Körperhälfte nicht erhalten hat, doch lässt sich so viel schliessen, dass die Breite nicht erheblich gewesen sein wird. Vom C. microchirus unterscheidet sich dieses Exemplar auch noch durch längeren und spitzeren Kopf und die grössere Rückenflosse. Von Solenhofen.

Zu diesem C. elongatus rechne ich auch noch einige gut erhaltene Exemplare von Eichstädt, die zwar merklich kleiner sind, sonst aber zu ihm passen. Von C. microchirus unterscheiden sie sich durch die gestrecktere Leibesform und insbesondere durch den längeren und spitzigeren Schädel. Das grösste Exemplar ist etwas über 6″ lang und 1″ 8‴ breit.

Noch näher an das Original-Exemplar schliessen sich 2 kleinere von Solenhofen und Eichstädt an, die ich in hiesiger Sammlung als *C. fusiformis* bezeichnete. Bei ihnen verläuft der Rumpf wirklich fast in einer Flucht, indem er von vorn an nach hinten sich ganz allmählig verschmälert; der Kopf ist von gleicher Form wie bei den andern Exemplaren. Länge 5″, grösste Rumpfbreite 1″ 2‴. Man möchte fast eine eigene Art daraus errichten.

7. C. pachyurus *Ag.*

Ag. II p. 118.

Von dieser Art erwähnt Agassiz weiter nichts, als dass sie sich durch ihren dicken Schwanz, sowie dadurch unterscheide, dass der Körper ganz in einer Flucht verlaufe. Wir besitzen von dieser ausgezeichneten Species mehrere Exemplare von Solenhofen, Eichstädt und Kelheim in verschiedenen Grössen. Von allen vorhergehenden Arten differirt sie auffallend durch ihren langgestreckten und nur sehr wenig in der Mitte

sich erweiternden Leibesumriss, sowie durch die Kürze und Höhe des Kopfes. Die Profillinie des letzteren setzt sich fast unmittelbar in die nur sehr schwach gewölbte Rückenlinie fort und auch die Bauchlinie ist am hintern Ende bloss schwach eingezogen, so dass die Schwanzflosse an einem ziemlich breiten Schwanzstiele ansitzt. Die Flossen sind gut entwickelt, insbesondere die Rückenflosse. Die Kiefer sind mit starken Zähnen versehen, von denen die untern merklich grösser sind. Sie finden sich ziemlich zahlreich vor, wovon nur ein Exemplar eine Ausnahme zeigt, indem bei ihm der Unterkiefer bloss vier weit auseinander stehende Zähne aufweist. Dieser spärliche Besatz erregt anfänglich ein befremdliches Ansehen, doch überzeugt man sich bald, dass diese Reduktion der Zähne wohl nur dadurch entstanden ist, dass bei ihrer Auslösung aus dem harten Gesteine mehrere derselben zerstört worden sind. — Im Nachstehenden gebe ich die Ausmessungen von 3 Exemplaren zugleich mit denen von den beiden nachfolgenden Arten.

	C. pachyurus I.		C. pachyurus II.		C. pachyurus III.		C. contractus		C. granulatus	
Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse	7″	0‴	5″	8‴	4″	4‴	4″	8‴	4″	8‴
Länge des Kopfes	1	6	1	4	1	0	1	2½	1	1½
Breite des Rumpfes vor der Rückenflosse	1	8	1	4½	1	0	1	3½	1	5
Abstand der Rückenflosse von der Kieferspitze	3	7½	3	1½	2	4	2	3	2	4

Die Schuppen sind sehr klein und dünn.

8. C. contractus *Wagn.*

So ähnlich auch diese Art, von der nur ein einziges Exemplar von Solenhofen vorliegt, dem C. pachyurus ist, so unterscheidet sie sich doch von letzterem sehr erheblich durch den gedrängteren und weit robusteren Körperbau, wie diess die vorhin angeführten Maasse ausweisen.

Auch ist die hohe Rückenflosse etwas mehr vorgerückt und der Kopf verhältnissmässig grösser und kräftiger. Die Zähne in beiden Kiefern sind zahlreich.

9. C. granulatus *Münst.*

Münst. im Jahrb. f. Min. 1842 S. 44.

Auch diese Art ist mit C. pachyurus und C. contractus verwandt, aber doch im Habitus auffallend verschieden. Der Rumpf ist noch gedrängter und breiter, als selbst bei letztgenannter Art, namentlich hält er in seiner ganzen Breite durch die Vorderhälfte aus, während er hinter der Rückenflosse sich schnell verschmälert. Zugleich ist der Kopf sowohl nach der Höhe als Länge weit kleiner als bei den beiden vorigen Arten. Ganz eigenthümlich ist der Zahnbesatz des Unterkiefers. Es scheint nämlich dieser wirklich nur mit 6, weit auseinander gerückten Zähnen bewaffnet und keiner verloren gegangen zu sein; wenigstens hat am Gebiss keine Bearbeitung stattgefunden. Ferner beachtenswerth ist es, dass der zweite, dritte und vierte Zahn von hinten mit ihrer Spitze vorwärts gekrümmt sind, was bei den andern Arten nicht vorkommt. Die Schuppen sind noch kleiner, als bei diesen, so dass Münster sie mit der Chagrin-Haut eines Haies verglich. Von Kelheim.

10. C. macrurus *Ag.*

Ag. II p. 118.

Wird von Agassiz folgendermassen charakterisirt: „kleine Art von ohngefähr 4″ Länge, untersetzt und mit kräftigem Skelete". Es liegen von dieser Art viele Exemplare von Solenhofen und Eichstädt vor. Was Agassiz vom Skelete angab, bezieht sich nur auf die knöchernen Fortsätze der Wirbelsäule, nicht aber auf die Wirbel selbst, indem diese gar nicht zur Ausbildung gelangt sind, sondern zwischen ihren Apophysen nur ein breiter, leerer Raum vorhanden ist. Nach ihrer äussern

Form ähnelt der C. macrurus zunächst einem kleinen C. cyprinoides; die Rückenlinie ist daher ziemlich stark gewölbt, die Bauchlinie weniger. Der Kopf ist zugespitzt und die Kiefer mit zahlreichen Zähnen besetzt. Die grössten Exemplare haben eine Länge von 4″ 6‴ mit einer Breite von 1″ 3—4‴; die kleinsten sind wenig über 3″ lang und von wechselnder Breite, indem der Rumpf bald robuster, bald schmächtiger ist. Letztere Form habe ich in der Sammlung als *C. gracilis* bezeichnet; sie bildet jedoch wegen der Uebergänge in die breitere Form nur eine Varietät.

11. C. obovatus *Münst.*

Münst. im Jahrb. f. Min. 1842 S. 44.

Eine sehr ausgezeichnete kleine Art mit dickem und kurzem Kopfe und noch breiterem, kurz zusammengedrängten Rumpfe, der nach hinten allmählig sich verschmälert und mit winzigen Schüppchen bekleidet ist. Länge 2″ 10‴, grösste Breite 11‴.

XXII. Eurycormus *Wagn.*

Eine neue Gattung (*εὐρὺς, breit; κορμὸς, Rumpf*), zu deren Aufstellung mich ein sehr gut erhaltenes, in einer Doppelplatte vorliegendes Exemplar von Eichstädt veranlasste.

Die Leibesform ist im Allgemeinen karpfenähnlich. Der Kopf ist ziemlich kurz und läuft nach vorn spitzig zu. Die Mundspalte ist aufwärts gebogen und die Kiefer sind stark. Das Gebiss ist nicht deutlich erhalten, doch sieht man, dass die Zähne hinten klein und spitz sind, während gegen das Ende des Unterkiefers ein längerer, aber sehr feiner Zahn sich einstellt. Die Augenhöhle liegt hoch oben am Kopfe; die Schädelplatten sind glatt. Die Beschuppung ist grösstentheils verloren gegangen, doch zeigen ihre Eindrücke, dass die Schuppen von ähnlicher Beschaffenheit mit der von Caturus waren, nur scheinen sie mehr rhombisch als rundlich, sonst aber ebenfalls sehr dünn. Die Flos-

sen sind ziemlich stark entwickelt; die Rückenflosse ist lang und steht dem Raume, den die Bauchflosse und die Vorderhälfte der Afterflosse einnimmt, gegenüber. Letztere ist sehr lang und ihre Strahlen nehmen nach hinterwärts immer mehr an Länge ab; auch die Schwanzflosse ist von mässiger Grösse und tief gespalten. Die drei senkrechten Flossen tragen einen starken Schindelbesatz. Was die Wirbelsäule anbelangt, so scheint diese, so weit sich nach ihrer mangelhaften Erhaltung hierüber urtheilen lässt, zunächst mit der von Pholidophorus überein zu kommen. Es zieht sich nämlich zwischen den obern und untern Fortsätzen der Rückensäule weder ein glatter, unabgetheilter Raum hindurch, wie es bei Caturus der Fall ist, noch finden sich, wie bei Thrissops, solide Wirbel. Dagegen gewinnt es an den Stellen, wo das Rückgrath noch erhalten ist, den Anschein, als seien hier eingedrückte Wirbel vorhanden und an den andern Stellen, wo dasselbe ganz zerstört ist, zeigt sich durch unregelmässige Eindrücke eine Art Gliederung, woraus man schliessen darf, dass die Rückensäule aus ähnlichen halbirten Hohlwirbeln, wie bei Pholidophorus bestanden haben wird. Die hintern Dornfortsätze sind kräftig und liegen nicht, wie es bei Caturus vorkommt, dicht gedrängt auf einander, sondern stehen von einander ab, in ähnlicher Weise, wie es bei Pholidophorus gefunden wird.

Die neue Gattung Eurycormus steht in nahen verwandtschaftlichen Beziehungen mit einigen andern gleichfalls dünnschuppigen Gattungen. Mit Thrissops kommt sie in der Form des Schädels und der langen Afterflosse überein, unterscheidet sich aber wesentlich schon durch den Schindelbesatz der Flossen und durch Mangel an soliden Wirbeln. Mit Caturus stimmt sie durch die Beschuppung und den Habitus überein, entfernt sich aber weit davon durch die Form des Vorderkopfes und durch die Länge der Afterflosse, sowie dadurch, dass die hintern Dornfortsätze nicht an die Wirbelsäule angedrückt, sondern von ihr entfernt sind. Zu Pholidophorus neigt sie hin durch die Form des Schädels, der Rückensäule und der hintern Dornfortsätze, aber die Beschaffenheit

der Beschuppung und der Afterflosse hält beide Gattungen entschieden aus einander. So bildet denn Eurycormus einen Typus, der zwar Beziehungen zu Thrissops, Caturus und Pholidophorus zeigt, gleichwohl aber von ihnen wesentlich verschieden ist und als selbstständige Gattung sich ankündigt. Im Systeme ist Eurycormus zunächst an Caturus anzureihen.

1. E. speciosus *Wagn.*

Tab. 4.

Es ist diess ein stattlicher Fisch von ziemlicher Breite, an welchem die Bauchlinie stärker gewölbt ist, als die Rückensaite. Die Strahlen der langen Rücken- und Afterflosse sind ziemlich von einander gerückt; in ersterer lassen sich 12, in letzterer ohngefähr 16 bis 17 Strahlen zählen.

Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse	8″	3‴
„ der Rückenflosse	1	½
„ der Afterflosse ohngefähr	1	4
Breite des Rumpfes	2	3

Das Exemplar stammt aus der h. Leuchtenberg'schen Sammlung von Eichstädt.

XXIII. Liodesmus *Wagn.*

Diese neue Gattung (λεῖος, *glatt*, δεσμός, *Band*) begründe ich auf drei, durch eben so viel Exemplare in der Münster'schen Sammlung repräsentirte Arten, nämlich auf die beiden schon von Agassiz abgebildeten Species: *Pholidophorus gracilis* und *Megalurus parvus*, und ausserdem auf den *Megalurus intermedius*, wie ihn Münster auf seinem Exemplare etikettirte, ohne ihn jedoch bekannt gemacht zu haben. Dazu kommt noch eine neue, bisher unbeschriebene Art. Höchst wahrscheinlich ist es mir ferner, dass auch die paradoxe Form *Coccolepis Buck-*

landi[1] hieher gehört, so dass alsdann die neue Gattung Liodesmus aus Bestandtheilen dreier älterer Gattungen zusammengesetzt wäre.

---

1) *Agassiz* kannte von *Coccolepis* nur ein einziges Exemplar, das bei Solenhofen gefunden wurde und in England aufbewahrt ist. Ihm zufolge würde Coccolepis die einzige Ausnahme von der allgemeinen Regel machen, dass alle Ganoiden, älter als die Juraformation, zu den heterocerken Fischen, alle jüngern von da an zu den homocerken Fischen gehören, indem bei Coccolepis, obwohl den lithographischen Schiefern zuständig, doch die Schwanzflosse nun gleichlappig sein soll. Was dieser Angabe indess gleich die Beweiskraft entzieht, ist der Umstand, dass Agassiz dieses Merkmal nicht gesehen, sondern nur gefolgert hat. Nach der Abbildung nämlich ist die Schwanzflosse nicht vollständig, sondern am Ende defekt. Agassiz sagt auch von ihr nur, dass der untere Lappen am besten entwickelt ist, und die Strahlen des obern nicht mehr sichtlich sind, während man dagegen deutlich wahrnimmt, dass die Wirbelsäule ins Innere des obern Lappens sich verlängert. Diess ist nun aber, wie ich entgegnen muss, die fast allgemeine Regel für alle Fische des lithographischen Schiefers, ohne dass durch den asymmetrischen Verlauf des Endes der Wirbelsäule eine Asymmetrie der Schwanzflosse selbst bedingt wäre, so dass ich eben desshalb vermuthe, dass letztere bei Coccolepis eine fächerartige Form oder doch nur seicht ausgeschnitten war. Die Beschaffenheit der Wirbelsäule ist nicht angegeben, Agassiz bezeichnet sie bloss als colonne vertebrale, so dass daraus nicht entnommen werden kann, ob sie aus knöchernen Wirbeln oder einer weichen chorda dorsalis besteht. Im ersteren Fall würde man auf Megalurus, im letzteren auf Liodesmus zu schliessen haben; mir kommt der zweite Fall als der wahrscheinlichere vor. Eine erneuerte Untersuchung des Originalexemplares von Coccolepis ist sehr wünschenswerth, weil durch eine solche allein die Streitfrage zur Entscheidung gebracht werden kann. —

Neuerdings hat *Thiollière* (Bullet. de la soc. géol. de France 1858 p. 782) eine neue Gattung *Callopterus* aufgestellt, über die er Folgendes sagt: „Callopterus, repräsentirt durch C. Agassizii, unterscheidet sich von allen andern Gattungen dadurch, dass die Wirbelsäule, die an ihrem Ende stark aufwärts gewendet ist, eine ausserordentliche Ungleichheit in der Entwicklung der untern Bögen der Schwanzwirbel in Bezug auf die obern zeigt. Diess ist der am besten charakterisirte Typus von Heterocerkie der Wirbelaxe, obwohl die Schwanzflosse fast gleich-

Die nächste Verwandtschaft von Liodesmus besteht mit Caturus, mit welchem erstere Gattung in der Beschaffenheit der Beschuppung und der Rückensäule, sowie in der Flossenstellung übereinkommt. Dagegen unterscheidet sie sich durch den ganzen Habitus, der mehr dem einer Schmerle (Cobitis barbatula) als einem kleinen Karpfen ähnlich sieht. Der kurze Kopf nämlich ist dicker als der Rumpf und dieser ist von einer walzigen, langstreckigen Form, die erst hinter der Rücken- und den Bauchflossen sich etwas verschmälert. Ein Hauptunterschied ist durch die Schwanzflosse gegeben. Bei allen Arten von Caturus ist diese tief gespalten wie ein Schwalbenschwanz und die Strahlen der beiden Lappen sind dicht an einander gedrängt; bei Liodesmus dagegen ist die Schwanzflosse entweder fächerförmig convex oder doch nur seicht ausgeschnitten und ihre Strahlen stehen mehr gelockert neben einander. Auf ihrer Oberseite trägt diese Flosse einen starken Besatz von Schindeln; auf der Unterseite gehen den längern Strahlen nur einige kürzere voran; alle andern Flossen scheinen unbewehrt. Beide Kiefer sind mit kleinen, spitzen Zähnen besetzt, der Unterkiefer ist an der Spitze etwas abwärts gebogen.

1. L. gracilis *Münst.*

Pholidophorus gracilis. Ag. II p. 285 tab. 42 fig. 2. — *Megalurus intermedius Münst.* in collect. — *Megalurus parvus Münst.* Ag. II b. p. 149 tab. 51 fig. 4.

Es ist schwer begreiflich, wie Münster die beiden erstgenannten

---

lappig ist. Die Haut ist nackt, ausgenommen ober und unter dem Schwanze, wo kleine Schmelzschuppen die Basis der beiden Reihen grosser Stacheln, welche der Schwanzflosse vorgehen, garniren. Die Wirbelsäule ist nicht vollständig verknöchert". — In dieser Charakteristik sind Merkmale aufgeführt, die so ziemlich auf Liodesmus und Coccolepis paßsen dürften, indess die Schilderung ist doch zu unvollständig, als dass man ein Urtheil wagen könnte.

Formen, die beide von Kelheim herrühren, nicht bloss an 2 verschiedene Arten, sondern selbst an 2 verschiedene Gattungen verweisen konnte, da sie in allen Stücken mit einander übereinstimmen, ausser in dem zufälligen der Lage, indem der M. intermedius im Profil, der Ph. gracilis dagegen sich von der Unterseite darstellt. Agassiz kannte letztere nur aus einer von Münster überschickten Zeichnung und wurde dadurch zur Angabe verleitet, dass die Wirbelsäule aus einer grossen Anzahl Wirbel besteht, während die letzteren ganz fehlen und nur eine breite nackte chorda dorsalis gerade so wie bei Caturus vorhanden war, Münster hatte der Zeichnung noch eine vergrösserte Abbildung von Schuppen beigefügt, von denen jedoch Agassiz bemerklich macht: „Die pentagonale Form dieser Schuppen ist noch ein Problem für mich.“ Ein solches musste es ihm freilich bleiben, weil auf beiden Exemplaren die Schuppen ganz fehlen und aus einigen undeutlichen Eindrücken vielmehr auf eine Form wie bei Caturus oder Megalurus geschlossen werden kann. Im Uebrigen ist der Kopf verhältnissmässig gross, die Dornfortsätze und Rippen sind zahlreich, aber kurz, auf dem Vorderrücken und über den letzten obern Dornfortsätzen sind blinde Strahlen eingefügt. Die Rückenflosse ist hoch und lang, nimmt hinterwärts an Höhe ab und steht den Bauchflossen gerade gegenüber. Die Schwanzflosse ist bei Ph. gracilis zusammengedrückt, bei M. intermedius aber einen vollständigen Fächer bildend, ganz so wie bei Megalurus. Die übrigen Flossen sind klein, die Kiemenstrahlen zahlreich, die Zähne verhältnissmässig stark und spitz. Die Länge bis zum Ende der Schwanzflosse beträgt 2″ 7‴.

Megalurus parvus, von Solenhofen stammend, unterscheidet sich lediglich durch geringere Grösse und grössere, weiter nach hinten reichende Rückenflosse, was aber wohl bloss Folge ihrer bessern Erhaltung ist. Die ganze Länge ist kaum 2″.

2. L. sprattiformis *Wagn.*

Tab. 5 Fig. 1.

Nach 2 Exemplaren von Solenhofen habe ich diese neue Art bestimmt, die sich von der vorigen sowohl durch erheblichere Grösse, als hauptsächlich durch die nicht fächerförmige, sondern seicht ausgeschnittene Schwanzflosse unterscheidet. Durch letzteres Merkmal vermittelt sie den Uebergang von Liodesmus zu Caturus. Die Länge beträgt 3'', die grösste Breite 7½'''.

Dritte Ordnung.

Teleostei. Knochenfische.

VII. Familie.

PLATYURI. BREITSCHWAENZE.

Schwanzflosse sehr entwickelt und breit, Flossen mehr oder minder mit Schindeln besetzt, Wirbelkörper vollständig ausgebildet, Unterkiefer ohne aufrechten Fortsatz.

Hieher die 4 Gattungen: Megalurus, Oligopleurus, Macrorhipsis und Aethalion.

XXIV. Megalurus *Ag.*

Zur Vervollständigung unserer Kenntniss von dem Baue dieser Gattung sind uns sehr schöne Beiträge, namentlich aus der herzogl. Leuchtenberg'schen Sammlung, zu Theil geworden.

Der Schädel ist kurz, aber im Hintertheile sehr breit; die Mundränder vorn breit abgerundet. Die Wirbelsäule, aus zahlreichen, starken, knöchernen Wirbeln bestehend und mit ihrem hintern Ende stark nach oben gewendet. Die Rippen und die vordern Dornfortsätze sehr kurz; letztere fangen aber der Afterflosse gegenüber an, sich immer

mehr zu verlängern, zumal an der Unterseite, wo sich an selbige unmittelbar die Strahlen der Schwanzflosse ansetzen. An die obern Dornfortsätze des Vorderrückens legen sich noch besondere blinde, hinterwärts gekrümmte Strahlen an; oberhalb des Endes der Wirbelsäule schieben sich zwischen die Schindeln des obern Schwanzlappens und die obern Dornfortsätze noch einige blinde Strahlen ein. Die Brustflossen und die Afterflosse sind grösser als die Bauchflossen, welche sehr schwach sind. Mehr entwickelt als diese sämmtlichen Flossen ist die Rückenflosse, welche eine mittlere Lage hat und ziemlich den Raum ausfüllt, welchen ihr gegenüber die Bauch- und Afterflosse einnimmt; sie wird von kräftigen Stützstrahlen getragen. Die Schwanzflosse ist fächerförmig abgerundet und wird fast ganz vom untern Schwanzlappen gebildet. Das Ende der Wirbelsäule nämlich krümmt sich so stark aufwärts, dass die von der untern Seite derselben ausgehenden Dornfortsätze zugleich die Träger fast sämmtlicher langer Strahlen der Schwanzflosse abgeben und nur die wenigen obersten, schon sich verkürzenden Strahlen auf die Oberseite des Schwanzendes zu liegen kommen. Die Strahlen der Schwanzflossen sind kurz gegliedert und spalten sich im Verlaufe ein bis zweimal.

Zu den 4 Arten, die bisher von dieser Gattung bekannt waren, habe ich noch 3 neue: *M. grandis*, *altivelis* und *elegantissimus* hinzugefügt.

1. M. lepidotus *Ag.*

Ag. Rech. II a. p. 13, b. p. 146, tab. 51[a]. *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 69.

2. M. grandis *Wagn.*

Aus der herzogl. Leuchtenberg'schen Sammlung ist uns eine Doppelplatte, die aus den Steinbrüchen von Eichstädt stammt, zugekommen und zeigt einen prächtigen, in seinem Skelet fast vollständig erhaltenen Fisch auf. Derselbe hat auf den ersten Anblick grosse Aehnlichkeit

mit M. lepidotus Ag., es lassen sich aber doch bei näherer Vergleichung erhebliche Differenzen wahrnehmen. Dass unser M. grandis um mehr als 3 Zoll länger ist, als M. lepidotus würde an sich nicht von Belang sein, da solche Differenzen in der Grösse bei einer und derselben Art häufig getroffen werden; der Unterschied liegt in den relativen Länge-Verhältnissen und der dadurch bedingten Verschiedenheit im ganzen Habitus.

Der M. grandis ist weit länger gestreckt und obwohl ziemlich stark erscheint er doch schmächtiger als der M. lepidotus, der von gedrungenerem Baue ist. Der Schädel von jenem ist nicht viel länger als bei diesem, dagegen ist die Wirbelsäule von ersterem weit länger, als bei letzterem, und gibt dadurch dem Körper die viel gestrecktere Form. Der Rücken von M. lepidotus ist in der Mitte mehr gewölbt, während bei M. grandis derselbe schon vor der Rückenflosse anfängt, sich zu verschmächtigen. Die Dimensionsverhältnisse beider Arten sind folgende:

	M. grandis.		M. lepidotus.	
Länge des ganzen Körpers . . .	16″	8‴	13″	6‴
„ des Schädels	3	8	3	5
„ der Wirbelsäule	10	4	8	0
Grösste Breite des Rumpfes . . .	3	7	3	3

Diese Maasse zeigen am deutlichsten, wie bedeutend in Bezug auf die Länge des Schädels die des Rumpfes bei M. grandis über die des M. lepidotus überwiegt. Hiezu kommt noch ein sehr wichtiges Merkmal, dass nämlich bei ersterem Bauch- und Rückenflosse viel weiter vorwärts gestellt sind, als bei letzterem, so dass bei M. grandis der Vorderrücken beträchtlich kürzer ist, als bei M. lepidotus.

Bei M. grandis lassen sich bis zum Hinterhaupte mindestens 60 Wirbel zählen; bei M. lepidotus ist eine solche Zählung nicht durchzuführen, doch können sie, bei ihrer grössern Kürze in gleicher Zahl vorhanden sein. Die Wirbel von M. grandis sind überaus kräftig, in der

Mitte des Rumpfes fast etwas länger als hoch. Die Rückenflosse enthält bei beiden 16 Strahlen; doch ist sie weder nach der Höhe, noch Länge vollständig; die Schwanzflosse 17 bis 18 längere Strahlen, die kurz gegliedert sind und sich zweimal gabelig spalten. Ausserdem sind an der Basis noch kurze einfache Strahlen vorhanden, die zumal auf der Oberseite zahlreich sind. Die Afterflosse wird durch 7 Träger unterstützt; die Brustflossen sind ziemlich lang (gegen 2''). Von der Beschuppung zeigen sich nur in der Nackengegend Spuren, die eine gleiche Form wie bei M. lepidotus kundgeben. Ober dem hintern Ende der Wirbelsäule sind wie bei letzterem zwischen den Schindeln und den obern Dornfortsätzen 5 blinde Strahlen eingefügt, was auch bei den andern Arten dieser Gattung der Fall ist.

3. M. altivelis *Wagn.*

Die Häberlein'sche Sammlung hat uns in einer Doppelplatte ein ausgezeichnetes Exemplar von dieser Art geliefert. Es ist ein blosses Skelet, dem die ganze Beschuppung und selbst die Umrissform des Leibes, sowie fast die ganze Schwanzflosse fehlt; dagegen ist das Knochengerüste in seinen meisten Stücken vortrefflich erhalten. Die Grösse dieses Exemplares ist dieselbe, wie die des M. lepidotus.

Der Schädel liegt mit seiner Oberseite ins Gestein eingesenkt und bietet demnach die ganze Unterseite zur Betrachtung dar. In dieser Ansicht gewinnt er nach hinten eine ausserordentliche Breite, die weit die Länge übertrifft; nach vorn rundet er sich in einem stumpfen Bogen ab. Der ganze Basilartheil des Keilbeins liegt frei vor und an ihn setzt sich vorn die Pflugschaar an, die mit einigen Querreihen von kleinen, stumpfspitzigen Zähnen besetzt ist. Auch die Gaumenbeine tragen feine Zähne, die nach innen zu so klein werden, dass sie endlich nur schwache, spitze Rauhigkeiten darstellen. Die Strahlen der Kiemenhaut, deren man auf der einen Seite noch 9 zählen kann, sind platt, und die

4 letzten nehmen schnell an Breite zu; die hinterste von halb ovaler Form erreicht eine Breite von 6 Linien.

Die Wirbelsäule ist sehr kräftig und liegt bis zu ihrer Gelenkung mit dem Schädel aufgedeckt; man kann an 70 Wirbel zählen, die fast durchgängig höher als lang sind. Gegen das Ende ist die Wirbelsäule stark aufwärts gegen den obern Schwanzlappen gekrümmt und läuft in eine feine Spitze aus. Von der Schwanzflosse selbst ist nur ein kurzes Stück des untern Anfangstheiles übrig; aber dieses in Verbindung mit der Form des Schwanzwirbelendes und der von letzterem ausgehenden Dornfortsätze ist vollkommen ausreichend, um aus der gänzlichen Uebereinstimmung mit den gleichen Stücken des M. grandis und lepidotus auch für unsern M. altivelis auf die gleiche Fächerform des Schwanzes schliessen zu dürfen.

Sehr ausgezeichnet ist die Rückenflosse, die sich sowohl nach der Länge als Höhe weit vollständiger als bei den beiden andern grossen Arten erhalten hat. Sie zählt 22 Strahlen: die 3 ersten sind sehr klein und nehmen nur langsam an Grösse zu, der 4te ist bereits weit höher und der 5te der längste (16½ Linien), von wo an sie nach hinten allmählig an Grösse wieder abnehmen. Schon der vierte Strahl zeigt am obern Ende eine Gliederung, zu welcher vom fünften an auch die gabelige Theilung hinzukommt; ein Schindelbesatz am Flossenrande ist nicht wahrnehmbar. Die Rückenflosse wird von kräftigen Flossenträgern gestützt, von denen man noch 21 zählen kann. Die Afterflosse ist stark beschädigt und jedenfalls von geringer Entwickelung. Die Bauchflossen sind beide im guten Stande und haben, ungerechnet die kürzeren schlanken Beckenknochen, eine Länge von etwas über 1 Zoll. Sie bestehen aus 7 grösseren, kurzgegliederten und am Ende gespaltenen Strahlen, denen ein sehr kurzer achter vorausgeht; der vordere grosse Randstrahl ist fast seiner ganzen Länge nach mit feinen, borstenartigen Stacheln (fulcra) besetzt. Die Brustflossen sind erheblich länger als die Bauchflossen (1″ 6‴) und lassen 15 Strahlen zählen.

Länge vom Kieferrande bis zum Ende der Wirbelsäule fast	12″ 0‴
Länge vom Kieferrande bis zur Rückenflosse . . .	5 6
„ „ „ bis zur Bauchflosse . .	5 2

Das vorliegende Exemplar kann nur in Vergleich mit M. grandis und lepidotus gebracht werden. Leider ist bei diesen beiden die Rückenflosse so stark beschädigt, dass sie nicht mit den auffallend grossen von M. altivelis verglichen werden kann. Mit M. lepidotus kommt letztgenannte Art in der schmälern Form der Wirbel überein, unterscheidet sich aber merklich von ihr durch die weit vorwärts gestellte Rücken- nnd Bauchflosse. In letzterer Beziehung verhält sie sich allerdings wie M. grandis, unterscheidet sich aber von diesem nicht bloss durch geringere Grösse, sondern hauptsächlich durch grössere Kürze der Wirbel. Sie nimmt also eine mittlere Stellung zwischen den beiden grossen Arten ein, daher ich sie als besondere Species ansehe, der ich nach der Grösse ihrer Rückenflosse den Namen M. altivelis beilege.

4. M. polyspondylus *Münst.*

Wagn. Münchn. Abh. VI S. 71.

Von dieser schönen Art haben wir noch 2 Doppelplatten von Eichstädt bekommen, beide im besten Stande der Erhaltung und in ähnlicher Lage wie bei dem Münster'schen Exemplare: der Schädel die obere Ansicht darbietend, die Wirbelsäule mit dem ganzen Rumpfe stark nach oben gekrümmt. Das eine Exemplar ist etwas grösser als das Münster'sche, das andere merklich kleiner; jenes hat eine Länge von 8″ 2‴, dieses von 5″, die Wirbelsäule des ersteren ist 5″ 2‴, die des zweiten 3″ 2‴ lang. Die Mundöffnung ist breit abgerundet; die Wirbelzahl beträgt 60; die Rückenflosse wird von 21, die Afterflosse von 8 Trägern unterstützt. Die Schwanzflosse zählt 17—18 Strahlen längere, kurzgegliederte, gegen das Ende gespaltene Strahlen; auf der Unterseite

nur wenige, auf der Oberseite zahlreiche Schindeln. In der Brustflosse lassen sich 15 bis 16 Strahlen zählen.

5. M. elongatus *Münst.*

Ag. Rech. II. 2 p. 148 tab. 51 fig. 1, 2. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 70.

Man kennt von dieser Art nur das einzige beschriebene Exemplar. In seiner langstreckigen Form und Grösse, ohngefähr 4″ 8‴, zeigt es grosse Aehnlichkeit mit dem kleinen Exemplare von M. polyspondylus, erlangt aber dadurch einen andern Habitus, dass der Kopf nicht, wie bei letzterem, von oben gesehen wird, sondern im scharfen Profil sich darstellt, und dass der Rumpf nicht nach aufwärts gekrümmt, sondern gerade ausgestreckt ist. Die Flossen scheinen gleiche Anzahl von Strahlen zu haben, wenigstens ist diess für die Rückenflosse ermittelt. Ob auch die Wirbelzahl die nämliche ist, lässt sich nicht mit voller Sicherheit angeben, doch scheint sie kaum zu gleicher Ziffer zu gelangen, wie denn auch der Rumpf etwas gedrungener und hinterwärts etwas kräftiger als bei M. polyspondylus erscheint. — Dieser M. elongatus erscheint als eine zweifelhafte Art, die man übrigens mit Münsters M. intermedius und M. parvus nicht, wie ich es früher gethan, vereinigen darf, da beide letztere zur Gattung Liodesmus gehören.

6. M. brevicostatus *Ag.*

Ag. Rech. II. 2 p. 147 tab. 51 fig. 3. — *Wagn.* Münchn. Abh. VI S. 70.

Obwohl nur auf einem einzigen defekten Exemplare von Kelheim beruhend, gibt sich dasselbe doch durch seine kürzere und breitere Leibesform mit weit geringerer Wirbelzahl gleich als eine von M. polyspondylus und elongatus weit verschiedene Art zu erkennen.

Die Länge vom Munde bis zum Ende der Wirbelsäule beträgt 3″ 3‴.

7. M. elegantissimus *Wagn.*
Tab. 5 Fig. 2.

Die Häberlein'sche Sammlung hat uns in einer Doppelplatte ein Fischchen überliefert, das so wundervoll schön erhalten ist, dass in dieser Beziehung kein anderes Exemplar von allen andern Fischen unserer Sammlung sich mit ihm vergleichen kann. Die Flossen sind so vollständig vorliegend und zugleich so regelmässig ausgebreitet, als diess nur immer bei einem lebenden, eben im Schwimmen begriffenen Fisch der Fall sein kann. Nur der Schädel hat viel an seiner Knochenmasse verloren, doch hat er seinen ganzen Umriss aufbewahrt.

Durch ihre schlanke, langgestreckte Form unterscheidet sich diese Art gleich auf den ersten Anblick von allen andern der Gattung Megalurus; auch der Schädel, der im Profil vorliegt, zeigt eine schmächtige Form. Die Wirbelsäule ist ganz erhalten und besteht aus 60 Wirbeln. Die lange Rückenflosse zählt 17 bis 18 Strahlen, die verhältnissmässig grosse und abgerundete Brustflosse 14, die kleine Bauchflosse 6 und die etwas grössere Afterflosse 8 oder 9 Strahlen. Die grosse Schwanzflosse ist breit fächerförmig mit stark convexem äussern Rande; sie besteht aus 17—18 längern gegliederten Strahlen, vor welchen unten einige, oben mehrere einfache Strahlen sich wie bei den andern Arten einfinden; der obere Lappen ist etwas schwächer als der untere [1].

---

1) *Egerton* (Mem. of the geol. survey, decade IX.) hat aus den englischen Purbeckschichten 2 Arten von Megalurus als *M. Damoni* und *M. Austeni* aufgestellt, die beide von den unsern verschieden zu sein scheinen. — *Thiollière* (Bullet. de la soc. geol. de France. II sér. XV p. 782) ist dagegen der Meinung, dass diese beiden Arten auch bei Cirin vorkommen, nur scheint ihm M. Austeni eher zu seiner neu errichteten Gattung *Attakeopsis* zu gehören. Von dieser sagt er aber Folgendes: „*Attakeopsis*, repräsentirt durch *A. Desori*, nähert sich Megalurus und Oligopleurus, indem ihr Skelet verknöchert und die Schuppen cycloidisch sind; die Form des Schädels bietet jedoch die grösste Aehnlichkeit mit der der Salmoniden.“ Wahrscheinlich soll dieser Vergleich auf die schmälere, spitzi-

Länge des ganzen Körpers	4″ 3‴
„ des Schädels	0 10
„ der Wirbelsäule	2 5
Breite der Schwanzflosse	0 8½
„ des Rumpfes zwischen dem Anfang der Rücken- und Bauchflosse	0 7½

XXVI. Oligopleurus *Thioll.*

Mit dieser Gattung hat uns zuerst *Thiollière* bekannt gemacht, der sie in zwei Exemplaren bei Cirin auffand. Sie war bisher bei uns ganz unbekannt, bis ich im Jahre 1849 ein hieher gehöriges Exemplar von Neukelheim erhielt und als Oligopleurus esocinus benannte. Abgesehen von dem fehlenden Schnauzenende ist das Uebrige in vielen Stücken weit besser erhalten, als das Individuum, welches Thiollière abbilden liess. Bei der grossen Genauigkeit, mit welcher letzterer seine neue Gattung charakterisirte, kann ich mich in dieser Beziehung kurz fassen; ich habe unserem Exemplare den Namen O. cyprinoides beigelegt.

1. O. cyprinoides *Wagn.*

Tab. 6.

Die Gestalt ist karpfenartig mit hochgewölbtem Rücken; die Schwanzflosse ist sehr lang und breit und ziemlich tief ausgeschnitten, ihre Lappen sind weit aus einander gesperrt, biegen sich aber mit den Enden etwas einwärts. Rückenflosse und Afterflosse sind hinten fast gerade abgeschnitten; Brust- und Bauchflossen sind klein. Von der Beschuppung haben sich nur Abdrücke erhalten, die aber deutlich zeigen, dass dieselbe aus dünnen, hinten abgerundeten und dachziegelartig sich deckenden Schuppen bestand.

Vom Schädel fehlt die ganze Vorderhälfte; die hintere zeigt ein

---

gere Form des Schädels hinweisen, wie sie sich ebenfalls bei unserem M. elegantissimus darstellt.

gleiches Verhalten wie bei O. esocinus Th. Ueberaus kräftig ist die Wirbelsäule mit ihren zahlreichen Wirbeln, die durchgängig höher als lang sind. Vom Hinterrande des Schädels angefangen zählt man bis zum hintern Ende 54 Wirbel; vor dem Hinterrande liegen noch 6 bis 7 Wirbel; ihr Ende ist stark aufwärts gegen den obern Schwanzlappen gekrümmt. Die Rippen und die Dornfortsätze sind von mässiger Länge und sitzen an besondern Querfortsätzen der Wirbel an. Zwischen die obern Dornfortsätze des Vorderrückens sind wie gewöhnlich blinde Strahlen eingefügt. Die Rückenflosse wird von 22 und die Afterflosse von 14 langen Flossenträgern unterstützt; beide Flossen sind im weitern Verlaufe gegliedert und mehrspaltig. Die Rückenflosse beginnt hinter der Linie der Bauchflossen und endigt etwas eher als der Hinterrand der Afterflosse. Die Schwanzflosse hat ungemein kräftige, gegliederte und mehrspaltige Strahlen und ist auf der Ober- wie auf der Unterseite mit starken Schindeln besetzt.

	O. cyprinoides	O. esocinus
Länge des ganzen Fisches bis zum obern Schwanzlappen	19″ 0‴	16″ 8‴
Länge, ganze, der Wirbelsäule . . .	12 4	
„ der Rückenflosse	2 9	
„ der Afterflosse	1 11	
„ des obern Schwanzlappens von der Wurzel des Schwanzstieles an . .	5 1	3 0
Breite, grösste, der Schwanzflosse . .	4 11	3 6
„ „ des Rumpfes . . .	5 0	4 6
Höhe der grössten Rückenwirbel . .	0 4½	

Unser O. cyprinoides stimmt in den meisten Stücken mit O. esocinus überein, nur ist jener merklich grösser und seine Schwanzflosse unverhältnissmässig länger und breiter als die des letzteren. Sollte die Schwanzflosse des O. esocinus, wie es wenigstens die Abbildung anzeigt, vollständig erhalten vorliegen, so könnte es nicht zweifelhaft sein,

dass O. cyprinoides eine besondere Art ausmacht. Sollten dagegen weitere Funde bei Cirin nachweisen, dass bei dem abgebildeten Exemplare von O. esocinus die Schwanzflosse mangelhaft war, was freilich nach der vorliegenden Abbildung nicht zu erwarten sein dürfte, so wäre auf einer specifischen Scheidung nicht zu bestehen.

XXVI. Macrorhipis *Wagn.*

Münster[1] hatte die hieher gehörigen Formen zur Gattung *Pachycormus* gebracht, mit der sie allerdings einige Aehnlichkeit haben, allein sie unterscheiden sich von letzterer schon durch den sehr breiten Stiel, auf dem die Schwanzflosse ansitzt und noch mehr durch die Beschaffenheit der Wirbelsäule, die aus soliden knöchernen Wirbeln zusammengesetzt ist, sowie durch den Schindelbesatz der Schwanzflosse an ihren beiden Seitenrändern. Es ist daher nothwendig, die Arten des lithographischen Schiefers von denen des Lias generisch abzuschneiden; letztere behalten ihre alte Benennung als Pachycormus, für erstere habe ich den neuen Namen *Macrorhipis* (*μακρὸς, ausgedehnt; ῥιπὶς, Fächer*) gebildet.

Die Körperform ist bauchig-oval und erreicht ihre grösste Breite in der Mitte des Rückens. Der Kopf ist kurz und hinten bauchig abgerundet, das Schädeldach im Profil gewölbt, die Mondspalte ziemlich gerade und beide Kiefer mit kurzen, feinen, kegelförmigen Zähnen gedrängt besetzt. Unter den Flossen erreicht die Schwanzflosse die grösste Entwicklung, indem sie sowohl selbst von beträchtlicher Breite ist, als auch auf einem sehr breiten Stiele aufsitzt. Sie ist tief ausgeschnitten und ihre Strahlen sind geradlinig und kurz gegliedert und gabelig gespalten. An ihrer Wurzel ist die Schwanzflosse von einigen einfachen Strahlen begleitet, und auf der ganzen Länge ihrer beiden Seitenränder mit feinen, ziemlich weit aus einander stehenden, kurzen Schindeln be-

---

1) Jahrb. f. Min. 1842 S. 43.

setzt. Auch die Rückenflosse ist verhältnissmässig entwickelt und hat ihre Lage in der Mitte des Rückens oder etwas hinter derselben; sie beginnt über der Bauchflosse und da dieser die Afterflosse sehr genähert ist, so reicht die Rückenflosse auch noch mehr oder weniger über jene hin. After- und Brustflossen sind nur mittelmässig, am kleinsten sind die Bauchflossen. Von der Beschuppung sind nur einige Spuren vorhanden, die auf eine ähnliche Form der Schuppen wie bei der Gattung Megalurus schliessen lassen. — Die Wirbelsäule ist kräftig, besteht aus soliden knöchernen Wirbeln und zieht sich weit gegen den obern Schwanzlappen hinauf. Die Dornfortsätze und Rippen sind ziemlich stark, aber nicht sonderlich lang; zwischen den obern Dornfortsätzen des Vorderrückens sind blinde Strahlen eingefügt, die hintern Fortsätze stehen sparrig von der Wirbelsäule ab.

In der Münster'schen Sammlung sind von dieser Gattung 5 Exemplare aufbewahrt, die sämmtlich von der Ostgrenze des Verbreitungsbezirkes des lithographischen Schiefers, nämlich von Kelheim und Pointen herstammen; auch die hiesige geognostische Sammlung besitzt ein schönes Exemplar von gleichem Fundorte. Münster hatte aus ihnen 4 Arten gebildet, welche ich auf 2 zurückzuführen mich für berechtigt ansehe. Da Münster nur wenige Worte über dieselben sagte, so ist eine genauere Auseinandersetzung unerlässlich.

1. M. Münsteri *Wagn.*

Tab. 7.

Hieher zähle ich die 3 Münster'schen Arten: Pachycormus elongatus, latus und gibbosus, nebst seinem Aethalion subovatus.

Der *Pachycormus elongatus Münst.* beruht auf einem Skelete von Pointen, dem zwar die After- und Bauchflossen nebst den Rippen und vordern Dornfortsätzen, sowie die ganze Beschuppung abgeht, von dem aber alles Uebrige des Gerippes im besten Zustande erhalten und ganz von der Beschaffenheit wie bei der folgenden Nominalspecies ist. Die

Länge bis zum Ende der Wirbelsäule ist fast 7''; die Schwanzflosse an der Wurzel 1'', am Ende 2'' breit.

Der *Pachycormus latus Münst.* von Kelheim ist ein sehr gut conservirtes Exemplar, das nicht bloss das Skelet, sondern auch den ganzen Körperumriss nebst allen Flossen aufbewahrt hat. Die ziemlich grosse Rückenflosse steht gegenüber dem Raume zwischen der Bauch- und Afterflosse und wird von 19 bis 20 Flossenträgern unterstützt; von letzteren sind für die Afterflosse 10 vorhanden. In der Wirbelsäule lassen sich wie beim vorigen Exemplare 52 Wirbel zählen. Die Länge von der Oberkieferspitze bis zum Ende der Wirbelsäule beträgt 6'' 1''', bis zur Mitte der Schwanzflosse fast 7''. Die Schwanzflosse ist am Schwanzstiel 1'', am Ende 1'' 10''' breit. Die grösste Breite des Rumpfes macht 2'' aus.

Vom *Pachycormus gibbosus Münst.* sind 2 Bruchstücke von Kelheim vorhanden: das eine ohne Werth, das andere aber, obwohl ihm die hintere Hälfte fehlt, für die Vorderhälfte des Körpers sehr gut erhalten. Was Münster Veranlassung gab, aus diesem Stücke eine von seinem P. latus verschiedene Art zu errichten, ist der Umstand, dass an ihm der Vorderrücken gleich hinter dem Schädel buckelartig aufgetrieben ist. Es ist diess nur Folge eines starken Druckes bei einem Thiere, das vor der Versteinerung bereits sehr erweicht sein mochte, wie es auch öfters bei andern fossilen Fischen vorkommt, so z. B. bei Caturus furcatus, von dem der C. nuchalis auch nur eine solche übermässig breit gedrückte Verunstaltung ist. In allen übrigen Stücken kommt dieser P. gibbosus vollständig mit P. latus überein, nur dass er etwas grösser ist.

Auch Münster's *Aethalion subovatus* (Jahrb. 1842 S. 42) von Kelheim möchte ich mit M. Münsteri als jüngeres Exemplar verbinden. Von Aethalion entfernt es sich schon dadurch, dass die Rückenflosse über dem Anfange der Bauchflosse beginnt. Von der hohen Rückenflosse sind zwar die ersten langen Strahlen am Ende rückwärts gekrümmt,

während sie bei Macrorhipis gerade aufsteigen; es kann jedoch jene Krümmung durch Druck erfolgt sein. Die Länge beträgt bis zur Mitte der Schwanzflosse etwas über 5″.

2. M. striatissima *Münst.*

Pachycormus striatissimus Münst.

Von dieser Art liegt nur ein einziges Exemplar von Kelheim vor, dem zwar die Schwanzflosse fehlt, das aber im Uebrigen in sehr gutem Stande befindlich ist. Es ist ein kleines Fischchen von breit bauchig-ovaler, untersetzter Gestalt mit ziemlich dickem Kopfe, und unterscheidet sich von M. Münsteri nicht bloss durch seine viel geringere Grösse, sondern gleichfalls durch seine weit mehr zurückgesetzte Rückenflosse, die mehr der After- als den Bauchflossen gegenüber steht. Die Rückenflosse zählt 18, die Afterflosse 11 Flossenträger. Die Schuppen sind sehr klein und in regelmässige Linien gereiht. Die Länge vom Oberkiefer bis zum Ende der Wirbelsäule beträgt 2″ 9‴, die grösste Breite des Rumpfes 11‴. — Diese Art hat viele Aehnlichkeit mit dem einzigen Exemplare, das wir von Megalurus brevicostatus Ag. besitzen, und das mit ihr gleichen Fundort und gleichen Defekt der Schwanzflosse theilt. Allein sowie bei den letztgenannten die Bildung der letzten untern Dornfortsätze auf die Gattung Megalurus hinweist, so bei unserem vorliegenden Exemplare auf die Gattung Macrorhipis. Ueberdiess sind bei diesem die obern Dornfortsätze mit ihren angefügten blinden Strahlen des Vorderrückens länger, dagegen die untern Dornfortsätze weit kürzer als bei Megalurus brevicostatus und nicht gerade wie bei letzterem, sondern merklich gekrümmt. Dazu kommt noch, dass die Rückenflosse bei Macrorhipis striatissima weiter zurückgestellt ist, als bei der andern Art.

XXVII. Aethalion *Münst.*

Münster[1] hatte anfänglich die hieher gehörigen Arten bei Caturus eingereiht. Nachdem er sich jedoch überzeugte, dass sie keine grossen, kegelförmigen, sondern kleine, feine Zähne haben, dass ferner die Rückenflosse nicht der Bauchflosse, sondern dem Raume zwischen After- und Bauchflosse gegenüber steht und dass die Dornfortsätze der Schwanzwirbel sich nicht an die Wirbel anlehnen, sondern davon abstehen, so sonderte er diese Formen von Caturus ab und errichtete aus ihnen die neue Gattung Aethalion[2]. Er verkannte jedoch ihre richtige Stellung im Systeme, so dass dadurch Agassiz auf die Meinung gebracht wurde, dass man sie bei Pholidophorus einreihen könne; eine Meinung, die sich schon dadurch evident widerlegt, dass Pholidophorus zu den Rautenschuppern, Aethalion dagegen zu den Scheibenschuppern gehört.

Heckel[3] hatte in Berücksichtigung der mit Thrissops und Leptolepis gleichförmigen Bildung des Endes der Wirbelsäule Aethalion zwischen diese beiden Gattungen eingereiht und ich bin ihm früherhin in dieser Anordnung gefolgt. Eine nähere Prüfung hat mir jedoch gezeigt, dass dieselbe ganz verfehlt und Aethalion nicht einmal gleicher Gruppe angehörig ist. Letztere Gattung hat nämlich eine ganz andere Mundbildung als sie bei den Kahlflossern sich findet: weder ist wie bei diesen der Zwischenkiefer ein hinterwärts frei herabhängender Knochen, noch hat der Unterkiefer einen aufwärts steigenden Fortsatz. Die Bildung der Mundtheile und überhaupt der ganze Habitus bringt Aethalion in nächste Verbindung mit Macrorhipis, von der sich erstere Gattung dadurch unterscheidet, dass die schmale Rückenflosse weiter zurückgesetzt ist und gerade dem Zwischenraume zwischen der Bauch- und Af-

---

1) Jahrb. f. Min. 1839 S. 679.

2) Ebenda. 1842 S. 41.

3) Wien. Sitzungsberichte.

terflosse gegenüber steht, dass der Schwanzstiel schmächtiger, der Leib gestreckter und der Kopf noch breiter und insbesondere der Unterkiefer noch massiver ist. — Von oben gesehen bilden die beiden Oberkinnladen weit aus einander gerückte Bögen, die vorn schnell convergiren und in eine stumpfe, zapfenförmige Spitze auslaufen; der hinterwärts sehr hohe Unterkiefer spitzt sich rasch nach vorn zu. Beide Kiefer sind mit sehr feinen Zähnchen besetzt. Die Wirbelsäule ist aus kräftigen, knöchernen Wirbeln aufgebaut. Der Schindelbesatz ist, wie schon Heckel bemerklich machte, an der Basis der Schwanzflosse nur durch etliche Fulcra angedeutet.

Münster hatte von Aethalion 6 Arten, fast sämmtlich von Kelheim unterschieden, die in eben so viel Exemplaren in seiner Sammlung aufbewahrt sind; seitdem sind uns noch einige Stücke von Kelheim, Eichstädt und Solenhofen zugegangen. Nach meinen Vergleichungen kann ich von den 6 Münster'schen Arten nur 2 als begründet anerkennen, wobei ich bemerken muss, dass ich Aethalion subovatus Münst. mit Macrorhipis Münsteri verbunden habe. Als dritte Art gehört hieher Leptolepis crassa *Ag.*

1. Aeth. Blainvillei *Wagn.*

Clupea Knorrii Blainv. Uebers. S. 68. — *Knorr* Samml. I tab. 30 fig. 2. — *Aeth. angustissimus Münst.* Beitr. V S. 60 tab. 5 fig. 3. — *Aeth. inflatus.* Münst. Jahrb. 1842 S. 42; Jahrg. 1839 S. 679.

Eine vollkommen getreue Abbildung dieser Art hat zuerst *Knorr* mitgetheilt und *Blainville* auf dieselbe seine Clupea Knorrii begründet. Irrthümlicher Weise nahm aber *Agassiz* diesen Namen zur Bezeichnung seiner Leptolepis Knorrii, obwohl gegen eine solche Uebertragung die Knorr'sche Figur entschieden Widerspruch einlegt und Blainville seine Clupea Knorrii von seiner Clupea dubia (identisch mit Leptolepis Knorrii Ag.) ausdrücklich dadurch unterscheidet, dass bei ersterer die Rücken-

flosse nicht wie bei letzterer den Bauchflossen, sondern den Raum zwischen ihnen und der Afterflosse gegenüber steht. Eigentlich sollte nun vorliegende Art den Namen Aethalion Knorrii führen; zur Vermeidung von Verwechselung mit Leptolepis Knorrii Ag. habe ich es jedoch vorgezogen, ihr den Namen Aeth. Blainvillei beizulegen. Zu dieser Art gehören aber auch die beiden Münster'schen Aeth. inflatus und angustissimus, die nur zufällige Entstellungen der regulären Leibesform sind, wie solches die Knorr'sche Abbildung und ein vollkommen erhaltenes Exemplar, das ich schon vor mehreren Jahren von Eichstädt erhielt, ausweist.

An diesem ist der ganze Leibesumriss nebst dem Skelete im besten Stande conservirt. Die Form ist langstreckig, erweitert sich etwas hinter dem Kopfe und verschmälert sich dann allmählig bis zur Schwanzflosse. Die Rückenflosse ist weit hinter die Mitte des Rückens gerückt und steht gegenüber dem Raume zwischen Bauch- und Afterflosse. Die Kiefer sind parabolisch gekrümmt mit scharfer Zuspitzung und zeigen einige feine Zähne. Man zählt wie bei Aeth. angustissimus und inflatus 50 bis 52 Wirbel, die fast etwas länger als hoch sind. Derselbe Typus liegt nun aber auch diesen beiden Münster'schen, von Kelheim stammenden Arten zu Grunde, nur dass bei *Aeth. angustissimus* sowohl die Begrenzung des Rückens, als die des Bauches defekt ist und dadurch der Rumpf eine unnatürliche Schmächtigkeit erlangt hat, während umgekehrt der *Aeth. inflatus* in der Vorderhälfte des Rumpfes durch Quetschung unförmlich aufgetrieben worden ist. Von diesen zufälligen Deformitäten abgesehen, stimmen die 3 angeführten Exemplare in allen wesentlichen Merkmalen mit einander überein.

	Eichstädter Exemplar	Aeth. angustiss.	Aeth. inflatus
Von der Oberkieferspitze bis zur Mitte der Schwanzflosse	6″ 6‴	6″ 3‴	7″ 1‴
Von der Oberkieferspitze bis zur Rückenflosse .	3 8	3 7	4 0
Grösste Rumpfbreite	1 6	1 1	2 0

2. Aeth. tenuis *Münst.*

Aethalion angustus. Münster Jahrb. 1842 S. 42; Jahrb. 1839 S. 679. — *Aeth. tenuis.* Münst. ebenda 1842 S. 42. — *Aeth. parvus. Münst.* ebenda S. 43.

Ich vereinige hier 3 Münster'sche Arten, von denen jede nur in einem einzigen Exemplare vertreten ist. Münster hat zwar einige Notizen über sie mitgetheilt, ohne jedoch spezifische Differenzen hervorzuheben, wie ich denn auch solche nach Ansicht der Original-Exemplare, wie nach mehreren anderen, die mir aus Eichstädt, Kelheim und Solenhofen zukamen, nicht zu ermitteln vermag. Als eigentlichen Typus betrachte ich das Exemplar, das Münster als Aeth. tenuis etikettirte, mit dem Aeth. angustus gleicher Grösse ist. Im Ganzen hat diese Species gleiche Form, gleich weite Zurückstellung der Rückenflosse und gleiche Wirbelzahl mit Aeth. Blainvillei gemein, nur ist sie weit kleiner, indem die grössten Individuen kaum 5'' Länge erreichen und etwas schmächtiger erscheinen. In der That kann die Frage aufgeworfen werden, ob unter diesen Aeth. tenuis etwa nicht bloss jüngere Exemplare von Aeth. Blainvillei inbegriffen sind. — Ohne Bedenken sehe ich in Münster's *Aeth. parvus* von nur 2'' 6''' Länge nichts weiter als einen jungen Aeth. tenuis, indem mir die Mittelglieder zwischen beiden vorliegen[1].

3. Aeth. crassus *Ag.*

Leptolepis crassus. Ag. II. b. p. 131 tab. 61 a fig. 5.

Agassiz kannte von dieser Art nur das einzige, in der Sammlung

---

1) Aus dem lithographischen Schiefer von Cirin im südlichen Frankreich habe ich ein Exemplar erhalten, das dem Aeth. tenuis sehr nahe kommt, doch scheinen mir die Kiefer etwas länger und die Rückenflosse etwas mehr vorgerückt zu sein. Seine Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt 4 Zoll. Ich habe es in der Sammlung mit dem provisorischen Namen *Aeth. affinis* bezeichnet.

von Erlangen aufbewahrte Exemplar und zweifelte wegen der hinterwärts gerückten Anheftung der Rückenflosse schon selbst an dessen Zugehörigkeit zu Leptolepis; ein Grund, der allerdings in Verbindung mit der ganz den Typus von Aethalion tragenden Schädelbildung entscheidend für die Zuweisung an letztere Gattung spricht. Diese Art lässt sich von Aeth. tenuis leicht durch ihren weit dickeren untersetzteren Körperbau und insbesondere auch durch ihren grösseren, plumperen Kopf unterscheiden. Das von Agassiz abgebildete Exemplar misst von der Oberkieferspitze bis zum Ende der Wirbelsäule 4″ 9‴. — Mit diesem Exemplare glaube ich ein anderes verbinden zu dürfen, das in der Münster'schen Sammlung als Doppelplatte vorliegt und von Eichstädt stammt. Agassiz hatte es als Leptolepis contractus etikettirt, was Münster, der mit dieser Deutung nicht einverstanden war, in Leptolepis Agassisii umwandelte. Es hat die gleiche Länge mit dem vorigen Exemplare und eine Körperbreite von 1″ 3‴. Die Rückenflosse ist nicht in dem Maasse, wie es bei Aeth. Blainvillei und tenuis der Fall ist, zurückgerückt, reicht aber gleichwohl weit zurück hinter die Bauchflossen.

VIII. Familie.

PSYLOPTERYGII. KAHLFLOSSER.

Oberkiefer frei beweglich und vorwärts wendbar; Unterkiefer im Vordertheil mit einem aufrechten Fortsatz; Zähne klein und spitz oder ganz fehlend, Wirbelsäule knöchern, Flossen ohne Schindeln. Eine sehr ausgezeichnete, wenn auch nur aus 2 Gattungen (Thrissops und Leptolepis) bestehende und auf die Juraformation (Lias und weisser Jura) beschränkte Familie, die sich von den andern besonders durch ihre Mundbildung auszeichnet. Wie bei den Karpfen nämlich trägt jeder Ast des Unterkiefers einen aufrechten Fortsatz (processus coronoideus), nur dass dieser nicht von der hintern, sondern von der vordern Hälfte der

Unterkinnlade (in der Entfernung von ohngefähr $\frac{1}{3}$ ihrer Länge hinter der Kinn-Symphyse) abgeht. An den sehr kurzen Zwischenkiefer setzen sich die beiden Oberkieferäste an, die ziemlich lang, etwas gekrümmt und hinten frei geendigt sind[1]. Die sehr kleinen spitzen Zähne stehen in einfacher Reihe oder fehlen ganz. Die Mundöffnung ist klein, kann aber dadurch sehr erweitert werden, dass die Aeste des Oberkiefers beim Aufsperren des Rachens vorwärts sich bewegen, so dass sie mit ihren Enden bis zur Kinn-Symphyse in fast senkrechter Richtung vorrücken.

Das Ende der knöchernen Wirbelsäule ist, wie diess zuerst *Heckel*[2] zeigte, ganz von der Beschaffenheit, wie es sich bei den lebenden Fischen von den Familien der Hechte, Salmonen, Clupeiden, Cypriniden und Cobitis findet. Das Endtheil der Wirbelsäule bleibt nämlich ohne Wirbelbildung und verbirgt sich unter einem dachförmigen Gerüste von eigenthümlichen Knochen, und der letzte Wirbel ist biconcav. Wegen solcher Uebereinstimmung hat Heckel alle diese Fische, lebende wie fossile, zu einer Gruppe vereinigt, die er als *Steguri, Dachschwänze*, bezeichnete und bei den echten Knochenfischen (Teleostei) einreihte. Demnach würden also die ausgestorbenen beiden Gattungen der Kahlflosser, nebst Aethalion, bei welchem Heckel eine gleiche Bildung des Endes der Wirbelsäule nachwies, den Ganoiden entzogen, um unter den eigentlichen Teleostiern ihren Platz einzunehmen. Gegen eine solche Vereinigung wäre allerdings bezüglich des Skeletbaues nichts einzuwenden, wohl aber in Hinsicht auf die Schuppenstruktur. Die echten Teleo-

---

1) *Egerton* (Mem. of the geol. survey, decade VI) ist der Meinung, dass am obern Mundrand der Zwischenkiefer die Hauptsache ausmache; ich bin jedoch mit *Heckel* der Meinung, dass diess das Oberkieferbein ist, was auch mehr mit der sonstigen Aehnlichkeit dieser Fische mit den Häringen übereinstimmt.

2) Wiener Sitzungsberichte, Juni- und Oktober-Heft 1850; ferner in den Wiener Denkschriften Bd. I und XI.

stier haben keine Schmelzlage auf ihren Schuppen, während Agassiz eine solche für die vorhin genannten erloschenen Gattungen behauptet. Nun haben zwar bereits mehrere Paläontologen, gleich Heckel, den fossilen Kahlflossern den Schmelzbeleg der Schuppen abgesprochen; dagegen muss ich mit Egerton bekennen, dass ich an gut erhaltenen Schuppen von Thrissops und Leptolepis einen solchen Beleg wirklich vorfinde. Ich belasse daher die Kahlflosser bei den Ganoiden als eine eigenthümliche Familie, die den Uebergang zu den Teleostiern bildet und zwar zunächst zu den Clupeiden, mit welch letzteren sie Heckel unmittelbar verbindet.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Kahlflosser besteht in dem gänzlichen Mangel eines Schindelbesatzes an den Flossenrändern, wesshalb ich ihnen den Namen der Psilopterygii beigelegt habe. — Die Schuppen gehen wegen ihrer Dünne sehr leicht verloren. Blinde Knochenstrahlen zwischen den obern Dornfortsätzen des Vorderrückens und ausserdem noch feine Muskelgräthen zu beiden Seiten der Wirbelsäule sind bei allen gut erhaltenen Exemplaren wahrzunehmen.

XXVIII. Thrissops *Ag.*

Rückenflosse weit zurückgesetzt, der sehr langen Afterflosse gegenüber, die innern Strahlen der Schwanzflosse hinter der Basis schief und treppenartig gegliedert; die Mundspalte stark aufwärts gerichtet, die Kiefer mit feinen Zähnen besetzt.

Agassiz führte aus den lithographischen Schiefern 5 Arten auf als Thrissops formosus, cephalus, salmoneus, subovatus und mesogaster. Am zahlreichsten kommen diese Fische bei Eichstädt und Kelheim vor. Sehr selten sind sie bei Nusplingen, dagegen stellen sie sich häufiger bei Cirin ein, indem Thiollière dort das Vorkommen von Thr. formosus, salmoneus, mesogaster und cephalus vermuthet und ausserdem noch 2 neue Arten als Thr. Heckeli und Ragleyi aufstellt. — Agassiz hat von den durch ihn aufgeführten Arten nur die beiden ersten abgebildet und aus-

führlich beschrieben[1]. Ich habe diese Arten von Thrissops in folgender Weise angeordnet.

†) Leibesform verhältnissmässig breit, Schwanzflosse sehr lang und tief ausgeschnitten.

1. Thr. formosus *Ag.*

Ag. II. b. p. 124 tab. 65 a. — *Quenst.* Petrefaktenk. S. 219 tab. 17 fig. 19.

Die grösste Art; Leib verhältnissmässig breit, hinter der Rückensaite sich schnell verdünnend. Wird 1½ Fuss lang und 3½″ breit, doch gibt es auch noch etwas grössere. Von Kelheim und Eichstädt.

2. Thr. subovatus *Münst.*

Ag. II. b. p. 128.

Auf ein einziges Exemplar in der Münster'schen Sammlung begründet, das von Kelheim herstammt und das mit Ausnahme der beschädigten Schnauzenspitze vortrefflich erhalten ist. Agassiz sagt von dieser Art nichts weiter als dass sie dem Thr. salmoneus verwandt, aber untersetzter ist, und dass auch ihre Flossen entwickelter sind. Beides wohlbegründete Merkmale, wie sie nicht sowohl dem Thr. salmoneus als vielmehr dem Thr. formosus zukommen, mit welch letzterem diese Art ebenfalls in allen andern Merkmalen übereinstimmt, nur dass sie beträchtlich kleiner ist, so dass ich kein Bedenken trage, sie für ein jüngeres Exemplar von Thr. salmoneus zu erklären. Die Länge bis zur Mitte der Schwanzflosse beträgt 6″ 4‴, die grösste Breite 1″ 7‴.

---

1) *Heckel* hatte späterhin seinen *Chirocentrites microdon* (aus Tertiärschichten der Insel Lesina in Dalmatien) ebenfalls zu Thrissops gestellt, was ich für verfehlt erachte, da jene Art weder blinde Flossenstrahlen, noch den Kronfortsatz des Unterkiefers besitzt, dagegen am Vordeckel Zacken trägt, die bei Thrissops nicht vorkommen; überdiess sind ihre Schuppen entschieden ohne Schmelzbelege.

3. Thr. propterus *Wagn.*

Eine sehr ausgezeichnete Art, da sie die einzige ist, bei welcher der Anfang der Rückenflosse nicht hinter, sondern selbst noch etwas vor den Anfang der Afterflosse vorgerückt ist. Der Körper ist oval bauchig, kürzer und breiter als bei Thr. formosus; der Kopf ist ziemlich gross; die Schwanzflosse sehr lang und tief ausgeschnitten. Sehr charakteristisch ist ferner die ungewöhnliche Grösse des aufwärts gerichteten Fortsatzes, der unweit der Symphyse dem horizontalen Aste des Unterkiefers aufsitzt. Derselbe gleicht einem flachen, mit der Spitze vorwärts gekrümmten stumpfen Kegel, der auf der Vorderhälfte tief ausgehöhlt ist. Dieser Fortsatz ist fast 4‴ hoch und an der Basis beinahe eben so breit. Die Schwanzflosse wird an der Basis der beiden Ränder von einigen einfachen Strahlen begleitet. — Die Länge von der Zwischenkieferspitze bis zur Mitte der Schwanzflosse ist etwas über 8″, bis zur Rückenflosse 4″ 7‴; die grösste Rumpfbreite 2″ 4‴. — Zur Vorlage dienten drei schöne Exemplare von Eichstädt; ausserdem gehört hieher noch die Hinterhälfte eines von gleichem Fundort stammenden Individuums, das Münster in seiner Sammlung als Th. latus etikettirte.

††) Leibesform lang und schmächtig, Schwanzflosse kürzer und seichter ausgeschnitten.

4. Thr. salmoneus *Ag.*

Ag. II. b. p. 128, 293.

Agassiz bezeichnete diese Art bloss mit wenigen Worten, indem er von ihr sagt, dass sie viel kleiner und schlanker als Thr. formosus ist, Rippen und Fortsätze sehr dünn, die Schwanzflosse weit, aber nicht sonderlich tief gespalten. Mit Ausnahme der veränderlichen Grösse reichen diese Merkmale zur Unterscheidung von den 3 vorhergehenden Arten vollkommen aus, doch habe ich im Besitz eines ungleich reicheren

Materials als Agassiz vor sich hatte, noch einige Bemerkungen beizubringen, und zwar zunächst in Bezug auf die mit verschiedenen Namen bezeichnete Varietäten.

Var. 1. Thr. angustus Münst. Ein grosses, aber stark beschädigtes Exemplar von Kelheim hat Münster mit obigem Namen bezeichnet, ohne übrigens von ihm eine öffentliche Erwähnung zu thun. Zahlreiche und darunter sehr vollständige Exemplare hat uns die herz. Leuchtenberg'sche Sammlung von Eichstädt zugeführt, darunter die grössten eine Länge von 12½″ und in der Mitte des Rückens eine Breite von etwas über 2″ erreichen. Der Körper ist sehr langstreckig, erreicht in der Mitte seine grösste Breite und verschmälert sich von da nach beiden Enden, schneller und beträchtlicher nach dem hintern als nach dem vordern. Die Rückenflosse beginnt hinter dem Anfange der Afterflosse. — Unter dem Namen *Thr. Heckeli* hat Thiollière eine ähnliche Form von Cirin abgebildet, die aber fast 22″ Länge erreicht und jedenfalls eine besondere Art repräsentirt.

Var. 2. Thr. salmoneus Ag. Mit diesem Namen belegte Agassiz einige Exemplare, die eine Länge von 8½ Zoll erreichen, während die meisten mehr oder minder unter dieser Grösse bleiben. Als Fundorte führt er Kelheim und Eichstädt an, wo allerdings diese Formen sehr zahlreich vorkommen, während sie bei Solenhofen und Daiting äusserst selten sind. Es sind zierliche schlanke Formen, die schon Knorr kannte.

Var. 3. Thr. mesogaster Ag. Von dieser Art macht Agassiz bemerklich, dass sie dem Thr. salmoneus sehr nahe steht, dass sie aber etwas gestreckter und die Bauchflossen entfernter von der Afterflosse sind; wie er hinzusetzt, könnte sie gleichwohl bloss eine schlanke Varietät von Thr. salmoneus sein. Späterhin gibt er noch als Unterschied an, dass bei letzterer Art „les ventrales sont plus reculées que le milieu de l'abdomen“, während sie bei Thr. mesogaster in der Mitte des Bauches stehen. — An dem von Agassiz selbst als Thr. mesogaster

etikettirten Exemplare kann ich übrigens diese Differenzen nicht bestätigen, denn an selbigem liegen die Bauchflossen genau an demselben Punkte wie an einem gleich grossen von Thr. salmoneus und der Rumpf ist in seiner Vorderhälfte eher etwas breiter als bei letzterem. Bei der grossen Anzahl von Exemplaren, die ich jetzt aus der Eichstädter Sammlung zur Vergleichung benützen kann, sehe ich mich ausser Stande, standhafte Unterschiede zwischen Thr. salmoneus und mesogaster zu ermitteln und trete daher der Meinung von Agassiz bei, dass beide zu einer Art zu verbinden sind, wobei ich der schlankeren Varietät den Namen Thr. salmoneus und der breiteren den als Thr. mesogaster unterordnen möchte. Der Thr. angustus Münst. ist ohnediess nichts weiter als der Thr. salmoneus in seinen grössten Individuen.

4. a. Thr. Cephalus *Ag.*

Ag. II. b. p. 125 und 293 tab. 61 fig. 1—3.

Agassiz hat unter diesem Namen 3 sehr kleine Exemplare abbilden lassen und wir besitzen sogar ein noch kleineres, das nur 11 Linien lang ist und das gleichwohl alle Merkmale der Gattung Thrissops deutlich erkennen lässt. Mit der herz. Leuchtenberg'schen Sammlung sind uns aber noch weit mehr Exemplare zugekommen, in denen zugleich alle Abstufungen der Grösse, welche unmittelbar zum Thr. salmoneus hinführen, gegeben sind, so dass ich nicht zweifle, dass der Thr. cephalus keine besondere Art, sondern nur die ersten Lebensstadien des Thr. salmoneus darstellt.

XXIX. Leptolepis *Ag.*

Als Unterscheidungsmerkmale von Thrissops sind hervorzuheben, dass die Rückenflosse mittelständig ist, indem sie der Bauchflosse gerade gegenüber steht, dass die Afterflosse klein und der Unterkiefer nur schwach in die Höhe gebogen ist. Die innern Strahlen der Schwanz-

flosse zeigen bloss eine schwache Andeutung von knieförmiger Gliederung. Die Beschuppung verhält sich wie bei Thrissops, und an gut erhaltenen Exemplaren, die freilich sehr selten sind, scheint mir ein wirklicher Beleg der Schuppen mit Schmelz nicht zu läugnen zu sein. Weitaus die Mehrzahl aller Exemplare lässt keine Spur von Zähnen wahrnehmen, so dass man diese Gattung für völlig zahnlos halten sollte, wenn nicht an einigen Individuen kleine, spitze Zähne wahrgenommen werden könnten. Der aufsteigende Fortsatz (Kronenfortsatz), der vom obern Rande des Unterkiefers, ohngefähr $\frac{1}{3}$ der Länge hinter der Symphyse), ausgeht, ist höher als bei Thrissops, aber häufig abgebrochen [1].

Unter allen fossilen Fischen des lithographischen Schiefers machen die zu Leptolepis gehörigen die Mehrzahl aus; nach ihrer grossen Anzahl wie nach ihrem unscheinlichen Habitus können sie als die Plebejer unter ihnen bezeichnet werden. In solcher Häufigkeit kommen sie jedoch nur in Franken vor; viel spärlicher sind sie bei Nusplingen und bei Cirin im südlichen Frankreich, von wo Thiollière bloss die L. sprattiformis und eine grössere unbestimmbare Form aufführt. Blainville hatte diese Fische zur Gattung Clupea gerechnet, und wenn er auch in dieser Vereinigung zu weit gegangen ist, so hat doch neuerdings Heckel sie ebenfalls zur gleichen Familie mit den Häringen gestellt. Indem ich indess mit Agassiz und Egerton einen wirklichen Schmelzbeleg an den Schuppen anerkenne, kann ich schon dieses Umstandes wegen die Gattung Leptolepis nicht mit Clupea verbinden, von der sie übrigens auch

---

1) Die Form der Kiefer ist zuerst genauer von *Egerton* in den Mem. of the geolog. survey, decade VI (1852) tab. 8 beschrieben worden. — Bisweilen werden die beiden Unterkieferäste, getrennt vom Schädel, aber mit wohl erhaltenem aufrechten Fortsatze, allein getroffen. Solche Kiefer wollte *Quenstedt* (Petrefaktenk. S. 332 tab. 25 fig. 6) anfänglich für Sepien-Schnäbel halten; später (Jura S. 802 tab. 99 fig. 21) berichtigte er jedoch selbst diesen Irrthum und erklärte sie für Unterkiefer von Leptolepis.

noch wesentlich durch den Mangel der letzterer zuständigen Sternalrippen verschieden ist [1].

Agassiz hat im Ganzen 10 Arten von Leptolepis aufgezählt, von denen er indess nur 5, nämlich L. sprattiformis, Voithii, macrolepidotus, polyspondilus und crassus, durch Abbildungen und ausführlichere Beschreibungen erörterte, wobei jedoch zu erwähnen, dass L. crassus von mir zu Aethalion verwiesen wurde. Von 3 andern Arten, L. Knorrii, dubius und contractus, hat Agassiz nur eine kurze Charakteristik mitgetheilt; die beiden andern hat er bloss mit ihrem Namen L. pusillus und latus aufgeführt. Alle diese Arten hat Agassiz in hiesiger Sammlung mit eigenhändig beschriebenen Etiketten bezeichnet; nur für den L. latus habe ich keine solche gefunden, daher ich ihn hier auch in keine weitere Berücksichtigung bringen kann. Die Unterscheidung dieser Arten ist sehr schwierig und nicht immer mit Sicherheit durchzuführen. Sowohl Agassiz als Münster haben auf die Wirbelzahl grosses Gewicht gelegt und allerdings gibt selbige zur Unterscheidung lebender Fische einen guten Anhaltspunkt; allein bei fossilen Exemplaren lässt sich die

1) *Giebel* hat in seiner Fauna der Vorwelt (Fische S. 145) von Leptolepis eine zweite Gattung als *Tharsis* mit 6 neuen Arten unterscheiden wollen, von welchen er bemerklich macht, dass ihre zahlreichen Exemplare die Sammlungen in Halle zieren. Es muss dabei schon gleich von vorn herein sehr befremdlich erscheinen, dass Agassiz, der doch in der hiesigen und in der Münster'schen Sammlung einige Hunderte Exemplare von diesen fossilen Fischchen durchmusterte, auch nicht eine einzige von den 6 neuen Giebel'schen Arten hätte ausfindig machen sollen. Dasselbe gilt für Münster, der mit besonderer Vorliebe die Gattung Leptolepis behandelte und mit Vermehrung der Arten gerade nicht sehr bedenklich war. Auch mir, der ich jetzt wohl an tausend Individuen von diesen Fischchen vor mir liegen habe, ist es nicht gelungen, andere Arten als die von Agassiz und Münster aufgestellten unter ihnen zu ermitteln. Die Gattung Tharsis ist daher nichts weiter als ein doppelter Name für Leptolepis und ihre Arten unter die der letzteren einzutheilen.

Zahl der Wirbel nur bei wenigen mit hinreichender Sicherheit ermitteln. Die meisten Arten erreichen nur eine geringe Grösse.

1. L. Knorrii *Ag.*

Agassiz charakterisirt diese Art als sehr langstreckig, Kopf nur $\frac{1}{6}$ des Körpers ausmachend, Rumpf in der Mitte breiter als der Kopf, Wirbel mindestens so lang als hoch, Dornfortsätze der letzten Schwanzwirbel sehr geneigt. — Als Synonym verweist er auf *Clupea Knorrii Blainv.*, allein diess ist ein Irrthum, da sowohl die Beschreibung von Blainville als dessen Citat von Knorr's Tab. 30 fig. 2 (Sammlung von Merkw. Bd. I) entschieden von anderer Art und Gattung, nämlich *Aethalion Blainvillei W.* kund gibt. Meine Beschreibung ist entworfen nach den Exemplaren, welche Agassiz selbst in der hiesigen, wie in der Münster'schen Sammlung als L. Knorrii etikettirte; zugleich sehe ich mich für berechtigt an, hiemit *L. dubius* als eine unwesentliche Modifikation zu vereinigen.

Var. a) L. Knorrii Ag. Die grösste unter allen Arten, indem sie eine Länge (von der Schnauzenspitze bis zur Mitte der Schwanzflosse) von 7 bis 8″ erreichen kann, wovon der Schädel etwas mehr als ein Fünftel ausmacht. Man kann 48 bis 50 Wirbel zählen, die fast etwas länger als hoch sind; die hintern Dornfortsätze sind stark rückwärts gerichtet, aber gerade. Die Rückenflosse steht der Bauchflosse direkt gegenüber und man kann an ihr ohngefähr 14 Flossenträger zählen.

Var. b) L. dubius Ag. (Clupea dubia Blainv.). Agassiz erklärt selbst diese angebliche Art für sehr nahe verwandt mit L. Knorrii und unterscheidet sie von letzterer nur durch eine kleinere Rückenflosse; ein Unterschied, der nur als Folge zufälliger Beschädigung dieser Flosse anzusehen ist. Auch in der Grösse und Form kommt L. dubius ganz mit L. Knorrii überein, so dass kein Grund zur Trennung vorliegt.

Germar's *Ichthyolithus esociformis* und wahrscheinlich auch dessen *Ichth. luciiformis* gehören gleichfalls zu dieser Art. Sein *Esox avi-*

rostris beruht auf einem Schädel von Leptolepis, dem die beiden Seitentheile abgerissen sind und nur der Mitteltheil übrig geblieben ist, wodurch eine Art Vogelschnabel entsteht. — L. Knorrii wird ausserordentlich zahlreich an fast allen Punkten des fränkischen lithographischen Schiefers gefunden, insbesondere bei Solenhofen und Eichstädt.

2. L. sprattiformis *Ag.*

Clupea sprattiformis Blainv.

Nach Agassiz durch folgende Merkmale bezeichnet: nur 3 bis höchtens 4'' lang, wovon der Kopf ohngefähr ¼ beträgt; letzterer fast so hoch als der Wirbel; Wirbel kurz und dick, an Zahl 42 (Münster zählte an einem Exemplare 46); Dornfortsätze sehr wenig rückwärts gewendet und gerade. — Vorstehende Charakteristik ist vollständig ausreichend zur Feststellung dieser Art, welche noch häufiger als L. Knorrii vorkommt.

3. L. Voithii *Ag.*

Ag. l. c. p. 131 tab. 61 a fig. 2—4.

Von L. sprattiformis unterscheidet Agassiz diese Art durch einen viel weniger langstreckigen Leib, insbesondere durch längere und daher minder zahlreiche Wirbel, deren er nur 34 zählt, und durch grössere Schuppen. — Durch diese Merkmale ist allerdings L. Voithii in gut erhaltenen Exemplaren ausreichend unterscheidbar von L. sprattiformis; dagegen halte ich es für zulässig, dass man mit ersterer noch 2 andere Arten, L. contractus Ag. und L. paucispondylus Münst., in Verbindung bringt.

Var. a) L. Voithii Ag. (tab. 61 a fig. 2 und 4). — Die 3 Exemplare, welche Agassiz abbildete, sind aus einer zahlreichen Reihe, die Münster von Kelheim erhielt, ausgesucht. Figur 2 und 3 betrachte ich als die Typen dieser Art, zu welchen auch die Mehrzahl der Exemplare gehört, die eine mittlere Länge von etwas über 3'' erreichen und an

denen sich 34 bis 38 Wirbel zählen lassen. Als Maximum der Grösse dürfte jedenfalls Fig. 4, die 4″ 2‴ lang ist, zu betrachten sein. Wenn aber Münster in seiner Sammlung zu L. Voithii auch noch ein Exemplar von fast 6½″ Länge stellt, das überdiess eine grössere Wirbelzahl hat, so ist er damit bereits in den Bereich des L. Knorrii gerathen.

Var. 2) L. contractus Ag. — Diese Art erklärt Agassiz selbst für so nahe verwandt mit L. Voithii, dass sie vielleicht nur eine Varietät desselben sein dürfte. Er unterscheidet sie von den andern Arten durch geringere Wirbelzahl, daher der Körper kürzer und untersetzter; die Dornfortsätze gekrümmt, aber wenig geneigt, die Afterflosse den Bauchflossen mehr genähert, der Kopf ziemlich gross. Das Original-Exemplar von Agassiz ist gegen 3″ lang und stammt von Solenhofen, woher wir noch andere ähnliche besitzen. — Ich finde keinen irgend standhaften Unterschied zwischen L. contractus und L. Voithii.

Var. 3) L. paucispondylus Ag. (Rech. tab. 61 a fig. 3). — Agassiz führt diese Art nur dem Namen nach an, ohne weitere Erläuterung. Das Original-Exemplar von fig. 3 trägt noch als eigenhändige Etikette von Agassiz den Namen L. Voithii, dagegen hat Münster eine zweite als L. paucispondylus Münst. beigefügt. Sowohl dieses als mehrere andere Exemplare rühren von Kelheim her. Sollte ich zwischen diesem L. paucispondylus und dem L. Voithii und contractus Differenzen bezeichnen, so wüsste ich keine andere als die geringere Grösse des ersteren bei scheinbar etwas grösserer Breite einiger, keineswegs aller Individuen; die Wirbelzahl ist die gleiche, ohngefähr 36. Bei solcher Sachlage können wir den L. paucispondylus zu L. Voithii verweisen.

4. L. macrolepidotus *Ag.*

Ag. II p. 132 tab. 61 fig. 4—6.

Nun folgen noch 2 von Agassiz aufgestellte Arten, die kleinsten unter allen, gegen welche sogar L. sprattiformus und L. Voithii als kolossale Formen gelten können. L. macrolepidotus ist nur 1″ 4½‴ lang,

der Kopf dicker als der Rumpf, die Wirbel gestreckt, die Schuppen unverhältnissmässig gross. Von Solenhofen.

5. L. polyspondylus *Ag.*

Ag. II p. 133 tab. 61 fig. 7, 8.

Von 3 Exemplaren, die Agassiz als L. polyspondylus etikettirte, sind 2 etwas grösser und das dritte etwas kleiner als L. macrolepidotus. Als Unterschied von letzterer Art gibt er an, dass die Afterflosse der Bauchflosse ausserordentlich genähert ist, wovon bei L. macrolepidotus gerade das Gegentheil statt hat, und dass die Wirbel, deren er 40 zählt, viel robuster und höher als lang sind.

Noch erwähnt *Münster* (Jahrb. f. Min. 1839 S. 679) eine *Leptolepis pusilla*, die in 2 schlechten Exemplaren in seiner Sammlung aufgestellt und zu der einen oder der andern dieser beiden kleinsten Arten gehörig ist.

Zur Unterscheidung von L. macrolepidotus und L. polyspondylus habe ich folgendes bemerklich zu machen, wie ich es nach Vergleichung zahlreicher Exemplare gefunden habe. Ueber die Zahl der Wirbel und die Grösse der Schuppen lässt sich nichts Sicheres ermitteln, doch scheint wenigstens so viel gewiss, dass erstere Art mehr Wirbel besitzt, als die zweite. Die angebliche Differenz in der Entfernung der Afterflosse von der Bauchflosse ist nicht begründet; an gut erhaltenen Exemplaren ist sie bei beiden Species gleich. Dagegen ist der Habitus der beiden Arten sehr verschieden. Bei L. polyspondylus nämlich ist der Körper bei gleicher Länge mit dem von L. macrolepidotus doch weit robuster und dicker. Unmittelbar hinter dem sehr dicken Kopfe schnürt sich bei ersterer Art der Leib etwas ein, erweitert sich dann aber gleichmässig bis zur Rücken- und Bauchflosse und verschmälert sich dann von da an ziemlich schnell gegen die Schwanzflosse. Bei L. macrolepidotus dagegen ist der Kopf bei weitem nicht so dick, wie bei voriger Art, und überdiess geht er fast ohne Absatz in den

Rumpf über, der von seinem Anfange an bis zur Schwanzflosse sich fortwährend und gleichmässig verschmälert. Die L. macrolepidotus hat demnach eine viel schlankere und gestrecktere Form als L. polyspondylus und scheint mir auch mehr Wirbel zu besitzen, als letztere. Man sieht, dass diess Unterschiede sind, wie sie zwischen L. sprattiformis und L. Voithii bestehen, und diess, in Verbindung mit den vielen Mittelgrössen, die mir vorliegen, bestimmt mich, in der L. macrolepidotus nur den jugendlichen Zustand der L. sprattiformis und in der L. polyspondylus den der L. Voithii zu sehen. Bezüglich letztgenannter Art kann ich zur Bestätigung anführen, dass unter den zahlreichen Exemplaren, die Münster in seiner Sammlung als L. Voithii etikettirte, alle kleinen Individuen den Typus von L. polyspondylus an sich tragen.

Noch bemerke ich, dass unter den vielen kleinen Individuen von Leptolepis, die ich von Cirin erhalten habe, die meisten entschieden zu L. polyspondylus gehören. Das einzige grössere, aber nicht hinlänglich deutliche Exemplar, das sich darrunter findet, hat mehr Aehnlichkeit mit L. Voithii als mit L. sprattiformis.

	Zahl der Arten		
	nach Agassiz.	nach mir.	von mir neu aufgestellte
Erste Ordnung.			
PLACOIDEI *AG.* KNORPELFISCHE.			
I. Holocephali. Chimaerea.			
1. Chimaera *LINN.*		1	1
II. Squali. Haie.			
2. Palaeoscyllium *W.*		1	1
3. Sphenodus		1	1

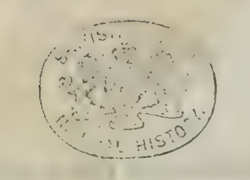
	Zahl der Arten		
	nach Agassiz.	nach mir.	von mir neu aufgestellte
4. Notidanus *CUV.*		3	2
5. Acrodus		1	1
6. Squatina *DUM.* (Thaumas *M.*)		3	
III. Rajae. Rochen.			
7. Asterodermus	1	1	
8. Spathobatis *TH.*		1	1
9. ? Euryarthra	1	1	
Ichthyodorulites.			
10. Asteracanthus		1	
Zweite Ordnung.			
GANOIDEI *AG.* HOHLWIRBLER.			
A. G. rhombiferi. Rautenschupper.			
IV. Pycnodontes. Reiffische.			
11. Gyrodus	11	6	
12. Mesturus *W.*		1	1
13. Microdon	5	2	1
14. Mesodon *W.*		4	3
V. Stylodontes. Griffelzähner.			
15. Heterostrophus *W.*		1	1
VI. Sphaerodontes. Knopfzähner.			
16. Lepidotus nebst Sphaerodus	3	7	3
17. Plesiodus *W.*		1	1
18. Scrobodus *M.*	1	1	

	Zahl der Arten		
	nach Agassiz.	nach mir.	von mir neu aufgestellte
VII. Sauroidei. Sauroiden.			
†) Rückenflosse fast von Rückenlänge.			
19. Propterus mit Notagogus	4	4	2
20. Macrosemius	1	3	1
21. Histionotus *EG.*		1	1
††) Rückenflosse höchstens von halber Rückenlänge.			
22. Ophiopsis	2	7	5
23. Pholidophorus	16	10	4
24. Pleurophilus *EG.*		2	1
25. Eugnathus	1	3	2
26. Strobilodus *W.*		1	1
27. Sauropsis	1	1	
28. Hypsocormus *W.*		1	1
†††) Rücken- und Afterflosse kurz, gegenständig.			
29. Aspidorhynchus	5	3	1
30. Belonostomus	7	4	
B. G. disciferi. Scheibenschupper.			
VIII. Coelacanthi. Hohlstachler.			
31. Undina *M.*	2	1	
IX. Caturini. Salmschupper.			
32. Caturus	9	11	2
33. Eurycormus *W.*		1	1
34. Liodesmus *W.*		2	1
35. ? Coccolepis	1		

	Zahl der Arten		
	nach Agassiz.	nach mir.	von mir neu aufgestellte
Dritte Ordnung.			
TELEOSTEI. KNOCHENFISCHE.			
X. Platyuri. Breitschwänze.			
36. Megalurus	4	7	3
37. Oligopleurus *Th.*		1	1
38. Macrorhipis *W.*		2	
39. Aethalion *M.*		3	
XI. Psilopterygii. Glattflosser.			
40. Thrissops	5	4	1
41. Leptolepis	11	6	
Summa sämmtlicher Arten	93	115	44

Agassiz hat aus dem fränkischen lithographischen Schiefer 93 Arten aufgezählt, die sich durch meine Untersuchungen bis zu 115 gesteigert haben. Da ich unter letzteren 44 neue Species zufügte, so müsste sich, wenn ich alle Arten des Ersteren beibehalten hätte, die Summe derselben eigentlich auf 137 belaufen. Da ich jedoch 22 der älteren Species, meist von Agassiz, einige auch von Münster aufgestellt, mit andern vereinigt habe, so hat sich mir die Summe sämmtlicher Arten nur zu 115 ergeben. — Agassiz hatte seine 93 Arten an 24 Gattungen vertheilt; bei mir hat sich die Anzahl der letzteren auf 41 gesteigert. Von den 24 Gattungen des Letzteren habe ich 3 eingezogen, nämlich *Aellopos*, dessen beide Arten ich an Notidanus und Squatina vertheilte, ferner *Sphaerodus* als zu Lepidotus, und *Notagogus* als zu

Propterus gehörig. Seinen *Nothosomus* laevissimus habe ich an Pleuropholis EG. verwiesen und seine Gattung *Coccolepis*, die ich nicht wieder auffinden konnte, wird wahrscheinlich mit der von mir als Liodesmus bezeichneten identisch sein. Auch die Gattung *Euryarthra Ag.* wird sich nicht halten lassen, sondern in der von Spathobatis aufgehen.



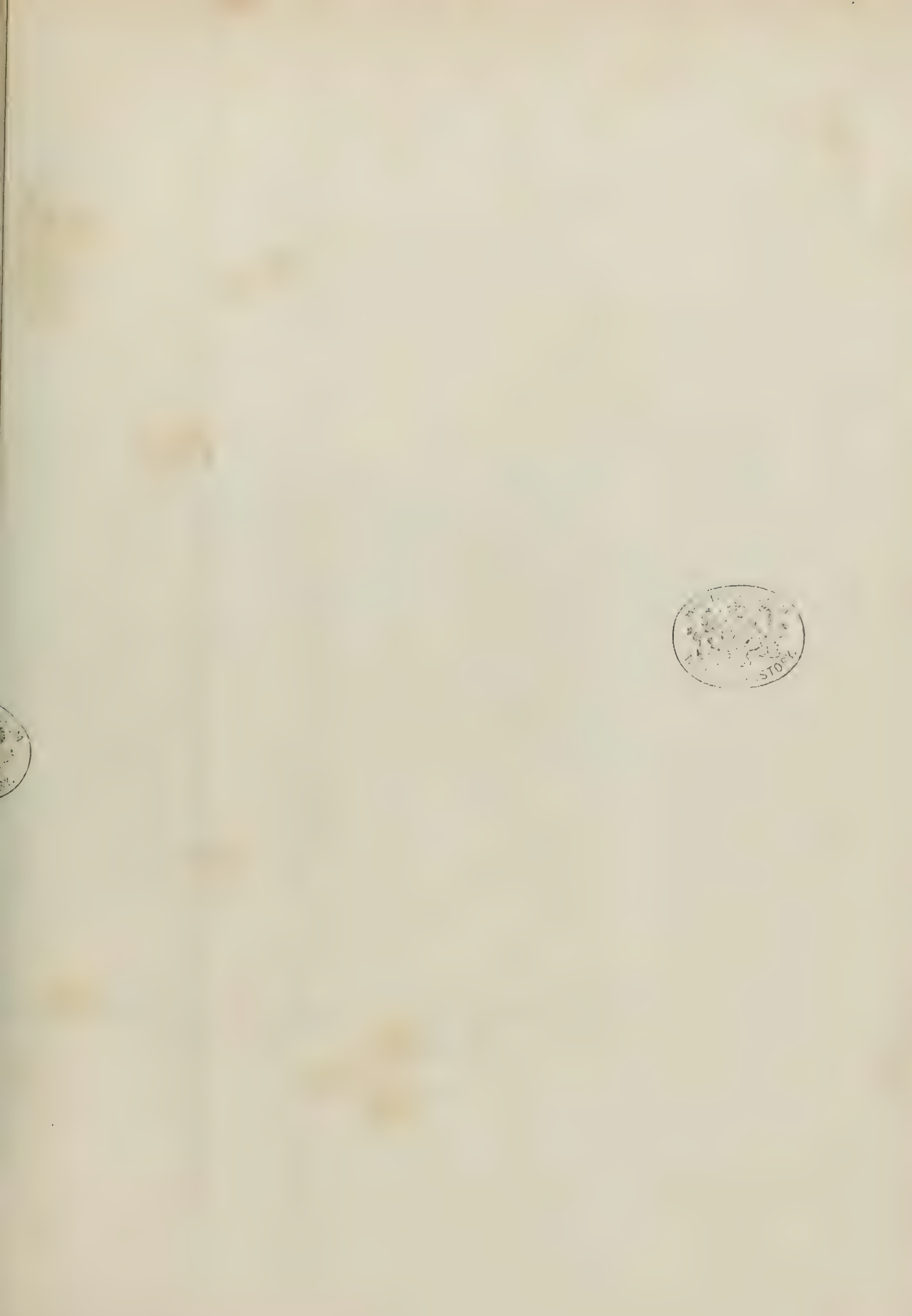


Macrosemius insignis Wagn.



Histionotus Oberndorferi Wagn.



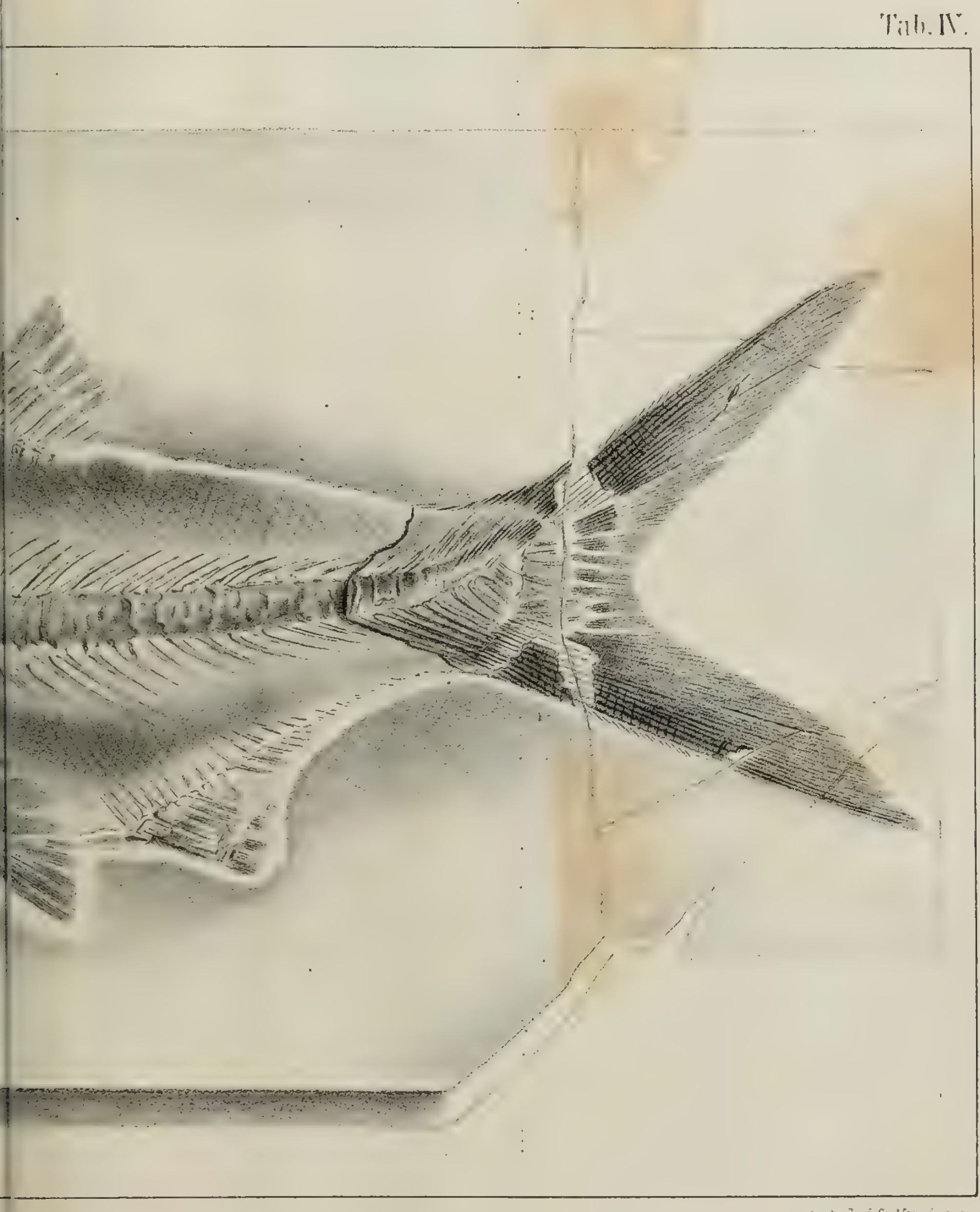




J. C. Weber fecit.

Eurycormus s

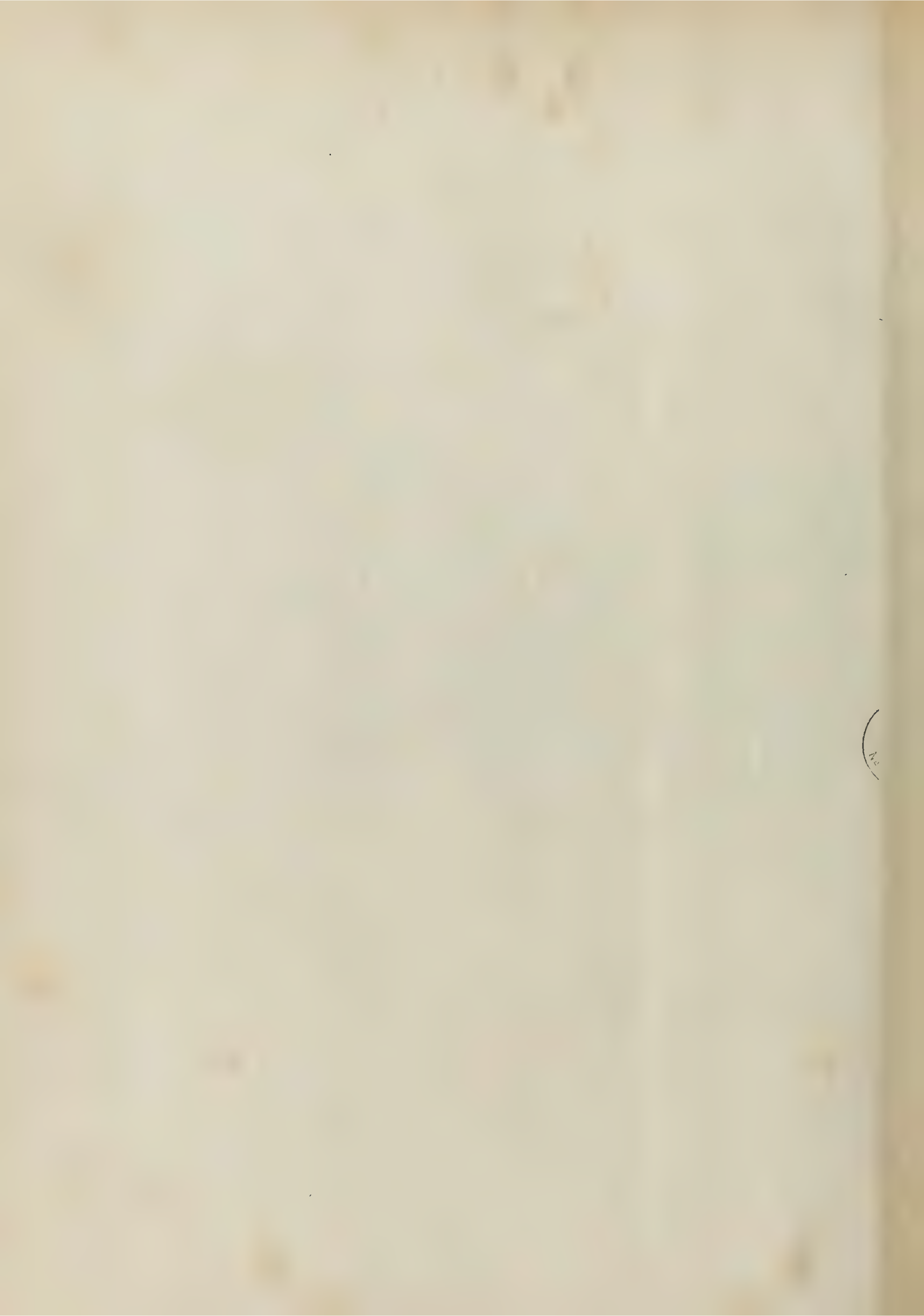
Tab. IV.

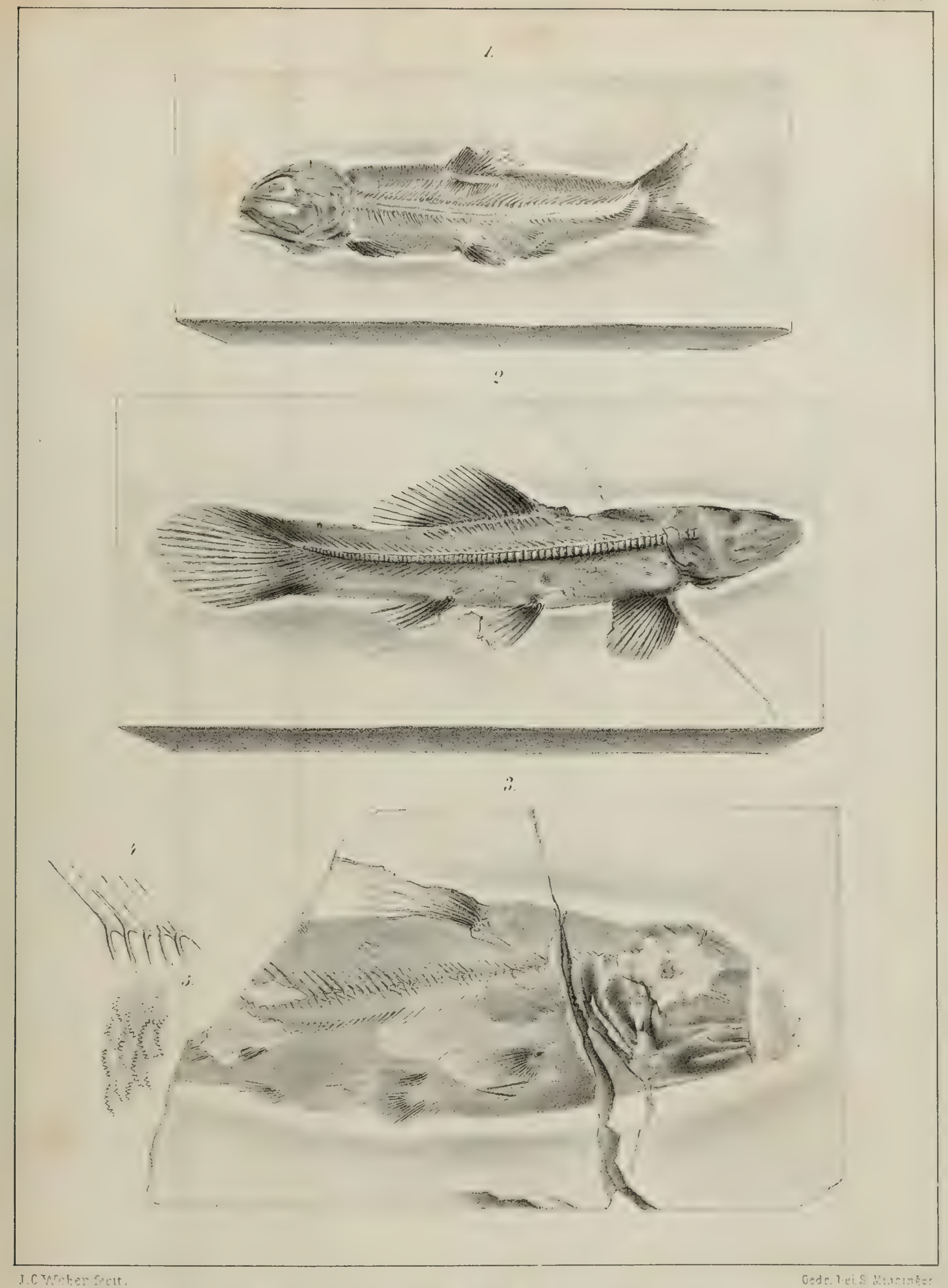


Gedr. bei S. Minsinger

[s]peciosus Wagn.

Zu Wagner's fossil. Fische. Taf. 7.





J. C. Weber fecit. Gedr. bei S. Minsinger

Fig. 1. Liodesmus sprattiformis Wagn. Fig. 2. Megalurus elegantissimus Wagn.
Fig. 3 – 5. Undina minuta Wagn.

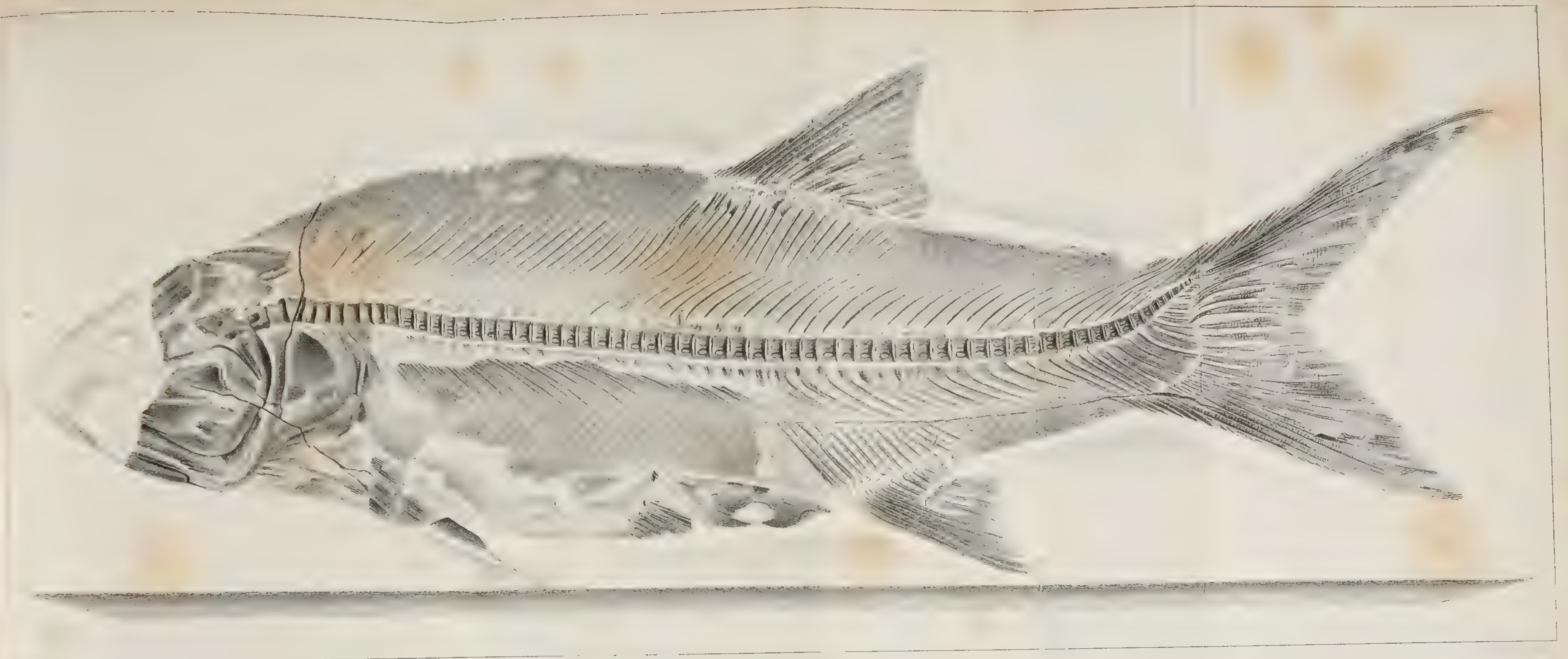




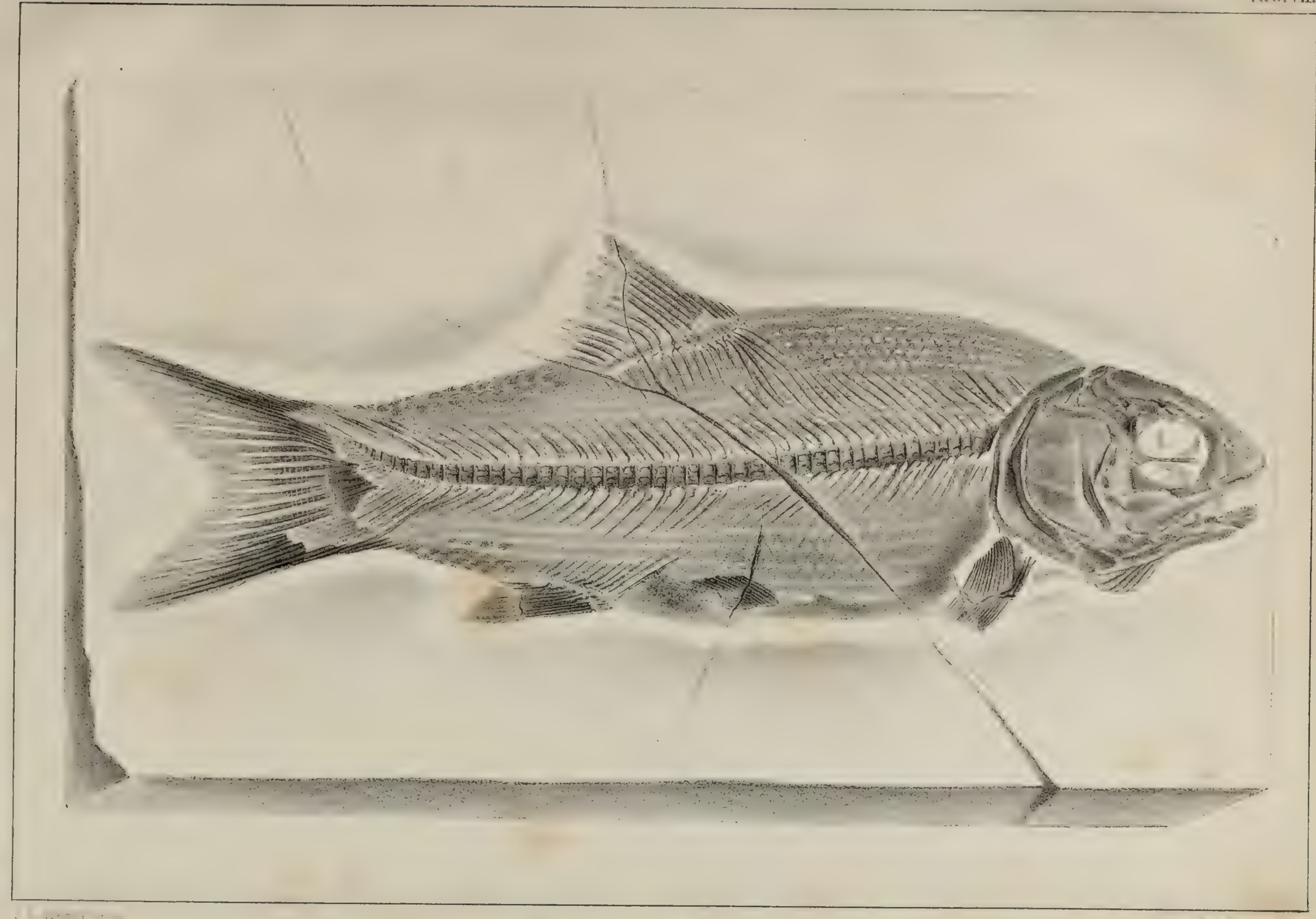
J.C.Weber fecit.

Gedr bei

des Wagn.



Hgoplewus cyprinoides Wagn



Macrorhipis Münsteri Wagn.







Inhalt.







